

Tecnologías, procesos y problemática ambiental en la minería de arcilla

Technologies, processes and environmental problems in clay mining

Danny Daniel López Juvinao , Luis Miguel Torres Ustate , Fabio Orlando Moya Camacho 

Universidad de La Guajira, Colombia

Open Access

Recibido:

28 de enero de 2020

Aceptado:

16 de marzo de 2020

Publicado:

9 julio de 2020

Correspondencia:

dlopezj@uniguajira.edu.co

DOI:

<https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.3857>



Resumen

Objetivo: Realizar un estudio sobre las tecnologías, problemática ambiental y procesos ambientales en empresas mineras que explotan arcilla en La Guajira (Colombia). **Metodología:** La investigación se fundamentó en el paradigma epistemológico postpositivista, de carácter descriptiva y sus fuentes provienen de revisión documental y observación directa, con diseño de campo, no experimental y de corte transeccional. La población estuvo conformada por cinco (5) empresas mineras: Camarones, San pedrito, El Confuso, Loma Fresca y La Junta, dedicadas a la extracción de arcilla y comercialización de ladrillos en La Guajira. Para recolectar la información, se aplicó la matriz de Leopold y un cuestionario estructurado por 24 ítems, aplicando la validez y confiabilidad mediante el criterio de expertos. **Resultados:** Se encontró que las tecnologías empleadas en las minas son de tipo artesanal y rudimentarias, evidenciándose un patrón de externalidades ambientales ocasionadas al medio físico, biológico y socioeconómico. Así mismo, se halló una desarticulación entre la ley general ambiental, el código minero y los planes de ordenamiento territoriales donde se localizan las minas, siendo esta una de las causas de conflictos ambientales y territoriales en las minas. **Conclusiones:** En definitiva, se identificaron cinco (5) impactos al medio físico y biológico y cuatro (4) impactos al medio socioeconómico, para un total de nueve (9) externalidades ambientales que afectan la zona de influencia de cada una de las minas; en efecto, se sugiere tecnificar los procesos mineros, mediante tecnologías limpias e inserción de procesos ambientales que ayuden a la gestión socioambiental de las empresas mineras.

Palabras claves: Tecnologías, problemática ambiental, procesos ambientales, empresas mineras, minería, arcilla, ladrilleras.

Abstract

Objective: To conduct a study on technologies, environmental problems, and environmental processes in mining companies that exploit clay in the Guajira region (Colombia). **Methodology:** The research was based on the post-positivist epistemological paradigm with a descriptive approach, and its sources come from documentary review and direct observation, with field, non-experimental, and cross-sectional designs. The population comprised five mining companies, i.e., Camarones, San Pedrito, El Confuso, Loma Fresca, and La Junta, dedicated to the extraction of clay and marketing of bricks in the Guajira region. To collect the information, the Leopold matrix and a questionnaire structured by 24 items were applied, implementing the validity and reliability through criteria set by experts. **Results:** It was found that the technologies used in the mines are handmade and rudimentary, showing a pattern of environmental externalities that affect the physical, biological, and socioeconomic environments. Likewise, a disarticulation was found between the general environmental law, mining code, and land use planning at the location of the mines, this being one of the causes of environmental and territorial conflicts in the mines. **Conclusions:** In short, five impacts on the physical and biological environments and four impacts on the socioeconomic environment were identified, for a total of nine environmental externalities affecting the zone of influence of each of the mines; in particular, it is suggested to technically improve mining processes using clean technologies and the insertion of environmental processes to facilitate the socioenvironmental management of the mining companies.

Keywords: Technologies, environmental problems, environmental processes, mining companies, mining, clay, brick companies.

Introducción

Actualmente, las dinámicas globales siguen un modelo lineal capitalista de producción a gran escala, que se basa en el consumo y dilapidación de los recursos naturales no renovables. Este modelo, a su vez, está soportado en el necesario consumo de la oferta ambiental que ha crecido exponencialmente por el auge de la tecnología, el crecimiento demográfico y las necesidades no justificadas que crea el sistema industrial [1, 2]. Esto indica que la mayoría, por no decir que todos los productos, requieren del uso de los recursos naturales para su elaboración, y para lograr satisfacer la demanda se ha recurrido a la explotación de múltiples territorios provocando la exacerbación sin precedentes del ambiente [3].

Dentro de este marco, la relación entre los procesos de crecimiento basados en la producción industrializada de bienes y los servicios que consumen energía originada en la quema de combustibles fósiles han generado un calentamiento global [1, 4], que según evidencias científicas internacionales, este indica un cambio en los fenómenos meteorológicos extremos en el planeta, llamado cambio climático (CC), que actualmente constituye un tema relevante tanto en la agenda política como en la opinión pública [5] y ha sido planteado por algunos autores como la problemática ambiental del siglo XXI [6, 7, 8], en relación con estas implicaciones, recientemente los países adoptaron el Acuerdo de París en la COP21 en París y con ello los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como respuesta a fortalecer la respuesta global a la amenaza del CC [9].

A pesar de este esfuerzo, los conflictos socioambientales son cada vez más frecuentes en América Latina debido al desarrollo de políticas públicas extractivistas [10, 11], en las que incluso gobiernos progresistas han mostrado retrocesos en el terreno ambiental y social por no contar con una sostenibilidad corporativa dentro del sector minero [12]. Este escenario de conflictividad alcanza niveles mayores en países como el de Colombia, donde el modelo extractivista se ha instaurado como una de las principales actividades económicas, sin embargo, las tecnologías, los procesos ambientales, la pobre regulación, el escaso control de las problemáticas ambientales, la falta de presencia del Estado y la protección de intereses particulares producidas por estas actividades extractivas, han puesto en evidencia complejos conflictos de carácter socio ambiental que repercuten profundamente en las dinámicas poblacionales y que comienzan a ser motivo de preocupación debido a los efectos que se entrevén en las condiciones de vida, salud y el tejido social propio de las poblaciones aledañas a las zonas de explotación de minerales [8, 13, 14].

Sumado a esto, existen cifras económicas a nivel mundial que estiman que más de 30 millones de personas se dedican a la exploración y explotación de minerales de manera informal, utilizando tecnologías y técnicas artesanales

rudimentarias sometidas a prácticas inseguras y sin involucrar procesos ambientales adecuados que impidan la generación de problemáticas ambientales [15]. Estas cifras en Colombia se estiman en más de 202 mil empleos generados por el sector de minas y canteras [16, 17], convirtiéndose en un sector importante para la economía del país, ya que aporta el 56% del PIB y representa 13.835 puestos de trabajo de forma directa, donde solo en la extracción de carbón genera ~92% de estos empleos [18].

Se observa también, que en Colombia, La Ley 685 de 2001 (Código de Minas) prácticamente coloca al Estado como un observador en cuanto a la actividad minera, incentivando la inversión privada, lo cual se ratifica en los Planes de Desarrollo Minero desde el año 2002 hasta la actualidad [19, 20], situación que afecta al sector ambiental, ya que hasta hace poco menos de 10 años se entregaron cientos de títulos mineros para la explotación de áreas protegidas, lo que ha ocasionado enormes problemáticas ambientales y sociales, esto debido a que ni el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ni las corporaciones autónomas regionales, han definido en su totalidad el deber ser de los procesos ambientales y el régimen de uso de las zonas que les corresponden [19].

Lo anteriormente expuesto, ha llevado a que en La Guajira las minas de arcilla o también llamadas ladrilleras actúen de manera informal, donde tradicionalmente se utiliza una tecnología rudimentaria, consistente en herramientas manuales que incrementan el esfuerzo físico en la ejecución de las tareas, evidenciando que las problemáticas ambientales causadas por parte de la extracción y procesamiento de la arcilla son de consideración y se debe principalmente a que no se llevan a cabo procesos ambientales en este tipo de minería, que además de causar una problemática que influye en lo ambiental, también afecta el componente social [21, 22].

Atendiendo a estas consideraciones, en La Guajira se está llevando a cabo un programa de formalización, que en efecto se encuentra en proceso de ejecución cuyo objetivo es lograr la caracterización del 100% de las unidades mineras, donde llama la atención que en las empresas mineras dedicadas a la explotación de arcilla, ya se viene trabajando sobre la formalización y regularización de las canteras que se encuentran en municipios como: Fonseca, Riohacha, Distracción, El Molino, Barranca y San Juan del Cesar [18]. De esta manera, este sería el primer paso para implementar tecnologías acordes a los procesos mineros, teniendo en cuenta la problemática ambiental y los procesos ambientales que se lleven a cabo en las minas de arcillas y otros minerales.

En el marco de esta dinámica nacional y regional, el presente trabajo explora los vínculos entre la tecnología, los procesos ambientales y la problemática ambiental en las minas de arcillas acentuadas en el departamento de La

Guajira, específicamente en las empresas mineras de Loma Fresca y La Junta en San Juan, El Confuso en Fonseca, San Pedrito en Barrancas y Camarones en el Distrito Especial, Turístico y Cultural de Riohacha, donde la presencia de las ladrilleras han causado conflictos entre las entidades gubernamentales (discrepancia entre el Código de Minas, Ley general ambiental y los Plan de Ordenamiento Territorial), las canteras y las comunidades ubicadas a los alrededores de la explotación, a causa de los efectos producidos tanto en el ambiente como en la salud de la población. En este orden de ideas, se hace improcedente garantizar un equilibrio entre el desarrollo de las minas y el consumo de la oferta ambiental, si no existe un adecuado control gubernamental para llevar a cabo los procesos ambientales, principalmente en las minas dedicadas a la extracción de arcilla. En La Guajira, esta problemática ambiental ha provocado la degradación de muchos ecosistemas, al no efectuarse ningún tipo de estrategias para prevenir, mitigar, controlar y/o compensar las externalidades ambientales que las ladrilleras causan en lo social y lo ambiental.

Sobre la base de las ideas expuestas, en el ámbito teórico, esta investigación es importante porque cubre muchos interrogantes, aportando al conocimiento existente sobre las tecnologías, procesos ambientales y problemática ambiental en las empresas mineras dedicadas a la extracción de arcilla en La Guajira, teniendo en cuenta que es una minería a cielo abierto e identificando los impactos socio-ambientales generados. Por ello, en el modelo de esta investigación se tiene en cuenta la planificación de los recursos naturales en las diferentes etapas de ejecución de las actividades mineras, definiendo que las estrategias sean viables técnica, ambiental, social y económicamente, para proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de los trabajadores y comunidades afectadas.

En la parte práctica, esta investigación es substancial ya que conocer las tecnologías y los procesos ambientales, resuelve el problema socio-ambiental en las ladrilleras de La Guajira contribuyendo a una minería organizada y responsable con el medio ambiente, donde se facilite la obtención de licencias y permisos ambientales; en pocas palabras, se disminuye el número de empresas mineras dedicadas a la extracción de arcillas asentadas en el departamento de La Guajira.

Metodológicamente, esta investigación es importante porque lleva a que las diferentes empresas mineras dedicadas a la extracción de arcilla en La Guajira, tengan en cuenta como desarrollar un modelo para implementar tecnologías y procesos limpios en sus prácticas mineras, teniendo en cuenta las problemáticas ambientales que se presentan en la localización de sus empresas y su afectación socio-ambiental en el área de influencia, además de la maquinaria, su producción y procesos ambientales, con el fin de promover una minería responsable.

Metodología

La investigación se fundamentó en el paradigma epistemológico post positivista, de tipo adaptativa y carácter descriptivo, con diseño de campo, no experimental y de corte transeccional [23, 24], cuyas fuentes provienen de revisión documental y observación directa [25]. En el presente estudio no se trabajó con muestras, sino con la población total, cuya población fue de carácter finita, donde hubo accesibilidad a las empresas mineras dedicadas a la minería de arcilla, representada en cinco (5) minas (Camarones S. A, San pedrito S. A, El Confuso S. A, Loma Fresca S. A y La Junta S. A), dedicadas a la extracción de arcilla y comercialización de ladrillos (Ladrilleras) en La Guajira [21, 22].

La investigación se realizó mediante la observación en campo a las minas de arcilla en La Guajira, sobre las siguientes dimensiones junto a sus indicadores y/o criterios de evaluación, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones, indicadores y criterios de evaluación en las minas de arcilla de La Guajira

Dimensiones	Criterio de evaluación
Tecnología	Se identificaron las tecnologías utilizadas en los procesos mineros para la explotación de arcilla.
Procesos ambientales	Para proponer procesos ambientales eficaces se establecieron una serie de indicadores como: la oferta ambiental, valoración ambiental, viabilidad ambiental y conflictos ambientales, que se presentan actualmente en las empresas mineras objeto de estudio.
Problemática ambiental	Se realizó una evaluación de impacto ambiental para determinar qué tipo de actividades y componentes ambientales requieren mayor atención en este tipo de minería, además de profundizar en aspectos de interés como lo son: la cultura ambiental, carga contaminante, efectos a la salud, problemas de medio físico de las empresas mineras objeto de estudio. Es importante resaltar que en este documento no se profundizo en los impactos sociales que el proyecto minero representa, sin embargo, se evalúa como punto de referencia para nuevas investigaciones.

Fuente: Elaboración propia

Además de la observación en campo se contó con información por parte de los trabajadores de las minas en las cuales se realiza la explotación y procesamiento de la arcilla en La Guajira (ver Tabla 2).

Tabla 2. Empresas mineras que explotan arcilla en La Guajira y número de trabajadores vinculados

Municipio	Empresas mineras	Número de trabajadores
Barrancas	San pedrito S.A	20
Fonseca	El confuso S.A	25
San Juan del Cesar	Loma Fresca S.A y La Junta S.A	30
Riohacha	Camarones S.A	25
Total		100

Fuente: Elaboración propia

La técnica de recolección utilizada en esta investigación fue una matriz de Leopold, como herramienta para un seguimiento continuo en la evaluación de impacto ambiental en las empresas mineras de arcilla en La Guajira [26] y un cuestionario [23], para analizar la situación ambiental en las minas, con un modelo de pregunta y respuesta abierta, que permitieron arrojar información para llegar a obtener discusiones y resultados, conclusiones finales, así como recomendaciones e investigaciones futuras en las empresas mineras dedicadas a la explotación de arcilla en La Guajira.

De acuerdo con la matriz Leopold, esta estuvo compuesta por factores ambientales receptores de impactos (FARI) y acciones de las empresas mineras susceptibles de producir impactos (ASPI) en la minería de arcilla de La Guajira. Donde para arrojar la matriz final, se sintetizó la información recolectada en todas las minas objetos de estudio y se evaluó de manera integral los problemas socioambientales que causan, dando resultado una matriz completa que abarca todos los FARI y las ASPI a lo largo de la explotación de arcilla en La Guajira. En la tabla 2, se muestran los criterios de juicio que se tuvieron en cuenta para la evaluación de impacto ambiental (EIA) en las empresas mineras que explotan arcilla. Donde, se categorizaron las externalidades ambientales según la magnitud e importancia, en el que la magnitud se midió en un rango de (-10 hasta +10) y el rango de Importancia se midió de (+1 hasta +10), los cuales fueron evaluados según el criterio de los autores a partir de [27, 28].

Tabla 3. Categorización de externalidades ambientales para evaluación de impactos ambientales en las minas de arcilla de La Guajira

Magnitud				Importancia		
Alteración	Grado de destrucción	Calificación		Persistencia	Extensión	Calificación (+)
		(-)	(+)			
Baja	Mínimo	1	1	Fugaz	Puntual	1
Media	Mínimo	2	2	Temporal	Puntual	2
Alta	Mínimo	3	3	Permanente	Puntual	3
Baja	Medio	4	4	Fugaz	Parcial	4
Media	Medio	5	5	Temporal	Parcial	5
Alta	Medio	6	6	Permanente	Parcial	6
Baja	Alto	7	7	Fugaz	Extrema	7
Media	Alto	8	8	Temporal	Extrema	8
Alta	Alto	9	9	Permanente	Extrema	9
Alta	Muy alto	10	10	Permanente	Total	10

Fuente: Elaboración propia partir de [27, 28]

Por otra parte, el cuestionario se estructuró por 24 ítems, que consto de una serie de tres (3) preguntas abiertas o ítems por cada uno de los indicadores, aplicada a cada una de las empresas mineras que explotan arcilla en La Guajira.

Así mismo, con el objeto de efectuar la validez de esta investigación se tuvo en cuenta el criterio de consulta técnica a expertos en las áreas de metodología de la investigación, en ciencias ambientales y minería en La Guajira, evaluando que el instrumento fuese pertinente en relación a su alcance, contenido, efectividad, coherencia, redacción, entre otros.

Atendiendo a estas consideraciones, la confiabilidad de esta investigación no es medida, por cuanto este estudio está sujeto a criterios propios como investigadores tanto en la observación en campo como para la selección de material documental; en su virtud, el instrumento fue evaluado por expertos, quienes determinaron su confiabilidad al momento de recolectar información de interés.

Resultados y discusión

Tecnologías

De acuerdo con [29], en el departamento de La Guajira no se implementan las tecnologías acordes a los procesos mineros y actividades que se llevan a cabo, ya que las empresas no toman en cuenta y no integran la legislación ambiental o simplemente se desvinculan del componente socioambiental porque les representa elevados costos.

Es así, como actualmente las tecnologías utilizadas en los procesos mineros de las empresas mineras objeto de estudio dedicadas a la explotación de arcilla en La Guajira, son de tipo artesanal y/o rudimentarias que consisten en herramientas manuales que incrementan el esfuerzo físico de los trabajadores en la ejecución de las diferentes actividades (ver Tabla 4). Situación que repercute en que exista una baja capacidad de producción en las empresas mineras, causan problemas ambientales y afecta los procesos ambientales y legales en las empresas mineras.

Tabla 4. Tecnologías utilizadas en los procesos mineros de explotación de arcilla en La Guajira

Proceso minero	Tecnología	Uso
Prospección	Paladragas y azadón	Se utilizan en trabajos preliminares, para hacer pequeñas excavaciones que permita observar si el material arcilloso puede ser explotado.
Descapote	Palas, machetes y motosierra	Se utilizan para la remoción de la capa vegetal que cubre el material arcilloso.
Extracción de arcilla	Azadón, palas y paladragas	Se utilizan para sacar la arcilla del subsuelo.
Mezclado	Azadón, palas, baldes y amasado manual (con las manos)	Se utilizan para revolver y homogenizar el material arcilloso.
Moldeado	Molde de madera o de hierro	Se utiliza para moldear la mezcla de arcilla y darles una forma rectangular a los ladrillos.
Secado de los ladrillos	Radiación solar	Se dejan los ladrillos en exposición a los rayos solares al aire libre, para que los ladrillos pierdan humedad.
Cocción de ladrillos	Ladrillos y leña	Los ladrillos se utilizan para la construcción de hornos artesanales y la leña para la quema de ladrillos.
Despacho y Traslado de los ladrillos	Carretillas y plásticos	Se utilizan las carretillas para trasladar los ladrillos dentro de la mina y los plásticos para cubrir los ladrillos almacenados luego de ser quemados y haber recuperado una temperatura ambiente, y quedar listos para su posterior traslado al destino final que se da mediante camiones.

Fuente: Elaboración Propia

Por esta razón, y en referencia a esta problemática se presume que a nivel mundial existen paquetes tecnológicos transferidos de otros países, en los que la normatividad ambiental es rigurosa y obliga a un mejoramiento de las tecnologías convencionales a las de producción limpia y además exige a las empresas que dentro de estos paquetes tecnológicos se incluya un paquete ambiental. Dentro de este marco, se hace importante abrir campo a la transferencia tecnológicas que funcione como un plus de innovación en las

empresas mineras, aumentando su productividad y las ayude a mantenerse en el mercado actual, seleccionando, adquiriendo, adaptándose y poniendo en marcha una tecnología obtenida conforme a las necesidades propias de las actividades mineras[29]. Así pues, la recomendación a las minas dedicadas a la explotación de arcilla en La Guajira es la implementación de nuevas tecnologías que permitan el desarrollo de sus empresas y eviten daños y/o problemáticas ambientales.

Procesos ambientales

De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001 [30], los procesos ambientales son las instrucciones, paso a paso, que realizados de una forma adecuada permite controlar el sistema de gestión ambiental con todas las actividades, productos y procesos de la empresa, reduciendo los impactos ambientales que puedan causar estos procesos y mejorar la actuación ambiental de la organización. Así mismo, los procesos ambientales parten del reto de detener y revertir el deterioro del medio ambiente con el fin de preservar y mejorar su calidad para las futuras generaciones, además de la necesidad de la sociedad de conservar y mejorar la oferta ambiental y la calidad ambiental de los recursos que satisfacen las necesidades de los seres humanos, y que son fundamentales para garantizar la vida [3]. Por ello, en esta investigación se propusieron algunos indicadores (ver tabla 1), mediante los que se evaluaron los procesos ambientales que se llevan a cabo en las empresas, y hacer el respectivo plan de mejoramiento ambiental por parte de las minas objeto de estudio dedicadas a la explotación de arcilla en La Guajira, estos resultados en la evaluación de los indicadores fueron los siguientes:

En cuanto, a la viabilidad ambiental se encontró que los procesos mineros para la explotación de arcilla en La Guajira no cumplen con la legislación colombiana referente a títulos mineros y muy pocas se encuentra en el proceso de obtenerlos; en efecto, no se contempla un trabajo ambientalmente viable, ni la preocupación de las minas en ejecutar proyectos para tecnificar el proceso minero y/o trabajar de la mano con las comunidades, ni mucho menos realizar actividades post-minería para mejorar las condiciones ambientales del área de influencia de explotación del mineral. Es decir, estas minas no presentan interés en incorporar estrategias para garantizar que los componentes bióticos, abiótico y socioeconómicos presentes en la zona se vean mínimamente afectados por la operación minera y de esta manera obtener títulos mineros que garanticen una mina sostenible.

Así, en la búsqueda de evidencias en campo se encontró que en la mina “El Confuso”, Fonseca se intentó implementar un proyecto en el año 2015 para tecnificar la combustión del ladrillo, pero esta iniciativa no tuvo resultados significativos debido a que solo se quedó en la etapa de gestión por parte de las familias dueñas de las empresas mineras; este sería el único caso en las

minas objeto de estudio en donde se quiso evaluar la industrialización de uno de los procesos (quema de ladrillos).

En este contexto, y para hacer que estas empresas sean viables ambientalmente se sugiere la implementación de proyectos que busquen la optimización de los procesos mineros y operaciones de las empresas, de esta manera se facilitaría el proceso de obtención de título minero y se motiva a los mineros de la región dedicados a la extracción de arcilla a implementar proyectos de industrialización en sus empresas mineras, con el fin de impulsar el uso integrado de los recursos naturales.

En el caso de los conflictos ambientales, se encontró que actualmente la legislación minero-ambiental es excluyente y desarticulada ambientalmente hablando, el código de mina (ley 685 de 2001) no incluye la minería a menor escala, no crea condiciones para la obtención de títulos, no los acompaña en las transformaciones productivas y medio ambientales para que desarrollen la pequeña minería, también define una reglamentación propia para el manejo ambiental, desconociendo la Ley General Ambiental del país (Ley 99 de 1993) por lo tanto si la norma es flexible muchos simplemente no la cumplen, porque no se les está obligando.

Además, según lo establecido en el artículo 332 de la Constitución Política de Colombia del 1991 donde: “El Estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, sin perjuicio de los derechos adquiridos y perfeccionados con arreglo a las leyes preexistentes” y atendiendo a esto, se observa que desde la carta magna de la República de Colombia se genera el conflicto ambiental debido a que el subsuelo pertenece a la Nación; sin embargo, es explotado por dueños de los predios y/o tercero.

En consecuencia, esta desarticulación está causando conflictos ambientales y territoriales entre la constitución Política, plan de ordenamiento territorial y código minero, causan un malestar al medio ambiente teniendo impactos significativos a largo plazo. Sin embargo, estas minas desde su informalidad pueden actuar de forma responsable, creando proyectos que ayuden en lo social y lo ambiental.

Dentro de la valoración ambiental, se encontró que inicialmente la vocación de los suelos de las minas de arcilla objeto de estudio eran de uso forestal, donde se desarrollaban una serie de procesos que dieron lugar a ecosistemas ricos en biodiversidad, cosa que ha cambiado a medida que se ha extendido el área de operación de estas minas, impactando de forma negativa a los ecosistemas, generando una serie de problemáticas como la deforestación y disminución de la flora y la fauna.

Además, se encontró que la minería dedicada a la explotación de arcilla en La Guajira se encuentra en auge, por lo que se proyecta la construcción de hornos y de excavaciones en nuevas áreas, por lo que el componente biótico de la zona será impactado directa e indirectamente en las diferentes etapas de los procesos mineros, dejando vulnerable al ecosistema a nuevas

interacciones y adaptaciones en las cuales aumentará la tasa de mortalidad. De esta manera se hace necesario implementar planes de manejo integrales en los que se enmarquen acciones enfocadas a garantizar un ambiente adecuado y sostenible para la comunidad y el medio ambiente.

Finalmente, se encontró que la oferta ambiental genera preocupación, debido a que la minería de arcilla en La Guajira se practica ilegalmente, careciendo de un control efectivo por parte de las autoridades competentes para la regulación de la oferta ambiental disponible, por lo que ningún ente les impide realizar un uso inadecuado de estos, siendo las fases de descapote y extracción de arcilla las más influyentes en el desmejoramiento de la oferta ambiental, atentando contra la biodiversidad de especies presentes en la zona, la oferta del recurso hídrico y los bosques; por lo tanto, se vería afectada la capacidad de estos como sumideros y en síntesis, se perdería el contexto de desarrollo sostenible en las minas de arcilla de La Guajira.

Pese a todo esto, se podría decir que los ecosistemas intervenidos por las empresas mineras, son capaz de recuperar su oferta ambiental, pero esto es un proceso tardío en el que a través del tiempo este se recupera progresivamente del daño causado, pero este proceso se puede potenciar si las empresas mineras se comprometen en realizar y aplicar un plan de post-minería que integre actividades que permitan compensar la afectación causada por la explotación de arcilla.

Problemática ambiental

Según [31], las problemáticas ambientales son cualquier alteración que ocasiona desequilibrio al medio ambiente, debido a actividades, procesos o comportamientos humanos, económicos, sociales, culturales y políticos, entre otros; que perturban el entorno natural y ocasionan impactos negativos sobre el medio ambiente, la economía y la sociedad, donde estas no pueden ser analizadas, ni entendidas, si no se tiene en cuenta una perspectiva global contextualizada, ya que surgen como consecuencia de múltiples factores que interactúan y se relacionan en función de la sociedad.

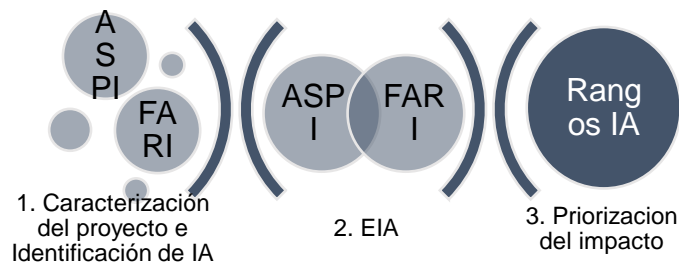
En este sentido, las problemáticas ambientales son instancias en las que la forma de vivir de una sociedad determinada se ve alterada por los cambios en el entorno, los cuales afectan la salud humana a los que allí habitan y generan problemas al medio físico y biológico de los ecosistemas. Actualmente, en América Latina algunas de las problemáticas socioambientales más apremiante se relacionan a la cultura ambiental y el modelo extractivista, ya sean minería, agroindustria, pesca, fracking, entre otros. Estas problemáticas involucran muchos factores, entre ellos se incluyen diversos componentes, de los cuales se destacan dos aspectos, un componente de carácter social como lo son las migraciones, el aumento de pobreza, la pérdida de autonomía de comunidades locales y el otro aspecto sería el ambiental, tales como las emisiones de cargas contaminantes, la

extinción de especies, la degradación de ecosistemas y la pérdida de bosques y suelos [32,33].

Es así, como en esta investigación se estudió la problemática ambiental de las empresas mineras dedicadas a la explotación de arcilla en La Guajira, llevándose a cabo mediante una metodología para identificar las actividades que perturban el entorno natural y ocasionan impactos negativos sobre el medio ambiente, la economía y lo social. Además, de observar en campo indicadores como la cultura ambiental, cargas contaminantes, efectos a la salud y los problemas de medio físico, causadas por esta actividad no planificada.

De esta manera, y en referencia a la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se establecieron tres (3) momentos para evaluar las externalidades o impactos ambientales en las empresas mineras dedicadas a la explotación de arcilla en La Guajira, estos momentos se observan en la Figura 1.

Figura 1. Momentos de evaluación ambiental en las minas que explotan arcilla en La Guajira



Fuente: Elaboración propia a partir de [28]

Donde, en el primer momento de evaluación se identificaron trece (13) ASPI: prospección, descapote, construcción de hornos, construcción de áreas operativas, extracción de arcilla, mezcla y amasado de arcilla, moldeado de ladrillos, secado de ladrillos, carga de ladrillo al horno, cocción de ladrillos, descarga del horno, despacho y traslado de ladrillos y por último, cierre y abandono de las minas, integradas en cinco (5) fases: exploración, construcción, explotación, operación y desmantelamiento y tres (3) FARI: sistema abiótico, biótico y antropogénico, identificando 19 impactos y teniendo en cuenta componentes ambientales como el recurso hídrico, suelo, aire, flora, fauna, medio social y económico de las empresas mineras objeto de estudio. A continuación, en la tabla 5 se muestra una síntesis de los resultados de la EIA en las empresas mineras dedicadas a la explotación de arcilla en La Guajira, obtenidos mediante la matriz de Leopold.

Tabla 5. Matriz síntesis de los resultados de EIA en las empresas mineras que explotan arcilla en La Guajira

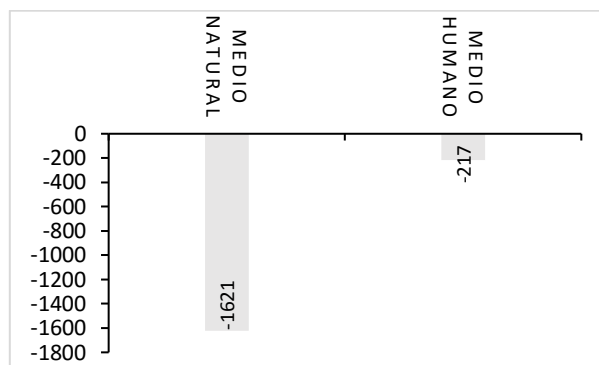
	Exploración	Impacto	Construcción	Impacto	Explotación	Impacto	Operación	Impacto	Desmantelamiento	Impacto	Valor total FARI
Medio natural	Sistema abiótico										
	Agua	-50	Agua	-16	Agua	120	Agua	-3	Agua	42	-147
	Suelo	-145	Suelo	-141	Suelo	270	Suelo	-14	Suelo	56	-514
	Aire	-28	Aire	-21	Aire	-64	Aire	-94	Aire	51	-156
	Sistema biótico										
	Flora	10	Flora	-124	Flora	-108	Flora	-60	Flora	-161	-443
	Fauna	-12	Fauna	-98	Fauna	-120	Fauna	-60	Fauna	-71	-361
	Sistema antrópico										
	Económico	-74	Económico	37	Económico	90	Económico	144	Económico	-90	107
	Social	-102	Social	-39	Social	-30	Social	123	Social	-30	-324
	Valor total ASPI	-401	Construcción	-402	Explotación	-622	Operación	-210	Desmantelamiento	-203	-1.838

Fuente: Elaboración propia a partir de [28]

Como se aprecia en la Tabla 5, el impacto ambiental generado por las minas de arcilla es de -1.838 unidades, el cual representa un 7.4% de externalidades ambientales negativas situando a esta actividad minera en un rango de impacto bajo, en comparación a los máximos resultados que se pueden obtener aplicando la matriz de Leopold, debido a que el número de FARI Y ASPI (19 FARI y 13 ASPI), y con un valor máximo de impacto de 100 unidades, se obtendría un valor total de impacto de -24.700 unidades (100%), como mayor grado posible de afectación a la calidad ambiental por parte de las empresas mineras dedicadas a la extracción de arcilla en La Guajira.

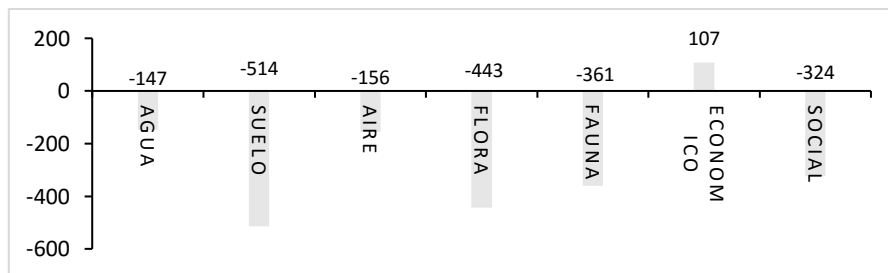
Se obtuvo, que con respecto a la puntuación que obtuvo el proyecto (-1.838 unidades), el medio con mayor afectación fue el natural con -1.621 unidades que corresponde así al 88.2% de afectación; en contraste, el medio humano presento una afectación negativa con - 217 unidades (11.8%) (Ver Figura 2). Por otro lado, el proceso minero de mayor afectación es la explotación del mineral arcilloso con -622 unidades, con un porcentaje de 33.8%. En cuanto a la afectación por componente ambiental, se encontró que el que el medio más afectado es el suelo con -514 unidades el cual representa el 28%, lo cual se debe a que el suelo sufre alteraciones en las fases de descapote, extracción y cierre u abandono de las minas, y, se obtuvo un impacto positivo en el componente económico (ver Figura 3).

Figura 2. Impacto por medio que afecta las actividades en la minería de arcilla de La Guajira



Fuente: Elaboración propia a partir de [28]

Figura 3. Impacto por componente ambiental afectado en la minería de arcilla de La Guajira



Fuente: Elaboración propia a partir de [28]

En este sentido y de acuerdo con la metodología planteada, donde cada atributo de evaluación tiene un valor máximo de (10) y uno mínimo de uno (1) (ver Tabla 3), luego de aplicar la matriz de Leopold de EIA se obtuvo que los valores de impacto ambiental (IA) total de las ASPI oscilan entre -630 y 229 unidades y los FARI con valores que oscilaron entre -248 y 287 unidades, por ello con el fin de priorizar los IA que causan las actividades mineras (ASPI) y los factores ambientales receptores de impactos (FARI) se establecieron tres rangos que se presentan en la Tabla 6 y 7 respectivamente. Para ello se establece una clasificación de mayor a menor, en donde los valores obtenidos y, aquellos que sean menores, es decir con impacto negativo, resultarán como las actividades de mayor prioridad.

Tabla 6. Rangos para priorización por ASPI de impacto ambiental en la minería de arcilla en La Guajira

Rango IA	Prioridad por ASPI
Entre -630 y -343	Actividad de prioridad alta: se requieren medidas prioritarias urgentes para la prevención, mitigación, control, restauración y/o compensación del impacto ambiental generado y se asigna un color rojo.
Entre -342 y -57	Actividad de prioridad media: se requieren medidas de manejo del impacto; sin embargo, estas no son prioritarias y se asigna un color naranja.
Entre -56 y 229	Actividad de prioridad baja: las medidas no son prioritarias y se asigna un color verde.

Fuente: Elaboración propia a partir de [28]

Tabla 7. Rangos para priorización por FARI de impacto ambiental en la minería de arcilla en La Guajira

Rango IA	Prioridad por FARI
Entre -248 y -70	Impacto de prioridad alta: se requieren medidas prioritarias urgentes para la prevención, mitigación, control, restauración y/o compensación del impacto ambiental generado y se asigna un color rojo.
Entre -69 y 109	Impacto de prioridad media: se requieren medidas de manejo del impacto; sin embargo, estas no son prioritarias y se asigna un color naranja.
Entre 110 y 287	Impacto de prioridad baja: las medidas no son prioritarias y se asigna un color verde.

Fuente: Elaboración propia a partir de [28]

En este orden, se clasificaron las ASPI y los FARI de las empresas mineras dedicadas a la extracción de arcilla en La Guajira; generando un listado de acuerdo a una jerarquía basada en categorías, componentes ambientales y actividades mineras (Matriz de Leopold). Es importante anotar que, por razones de extensión en este artículo no se muestra la matriz de Leopold, pero está disponible contactando a los autores por correo electrónico.

Los rangos para priorización de impacto ambiental, permitieron la jerarquización por impacto de las ASPI y los FARI (ver Tabla 8 y 9), permite que los impactos puedan ser intervenidos de acuerdo con el orden de prioridades, en donde: las de mayor impacto serán las que requieren intervención inmediata, seguidas de las de medio impacto y, por último, las de bajo impacto (ver Tabla 6 y 7).

Tabla 8. Jerarquización por impacto de las ASPI en la minería de arcilla en La Guajira

No.	Impacto y jerarquización de las ASPI	Impacto
Impacto de prioridad alta		
1	Descapote y/o remoción de capa vegetal	-630
2	Extracción de arcilla	-622
Impacto de prioridad media		
3	Cocción de ladrillos	-329
4	Construcción de hornos artesanales	-277
5	cierre y abandono (Desmantelamiento/demolición)	-210
6	construcción y adecuación de áreas operativas	-125
Impacto de prioridad baja		
7	Despacho y Traslado de los ladrillos	7
8	Secado de los ladrillos	11
9	Descargar ladrillos del horno	17
10	Carga de ladrillos al horno artesanal	23
11	Mezcla y amasado del mineral arcilloso	32
12	Moldeado de los ladrillos	36
13	Prospección y/o trabajos preliminares	229

Fuente: Elaboración propia a partir de [28]

En la Tabla 8 se observa que de las 13 acciones de las empresas mineras susceptibles de producir impactos (ASPI), dos (2) de ellos son de alta prioridad ambiental, cuatro (4) son de significancia media y, siete (7) de significancia baja.

Tabla 9. Jerarquización por impacto de los FARI en la minería de arcilla en La Guajira

No.	Impacto y jerarquización de los FARI	Impacto
Impacto de prioridad alta		
1	Alteración y/o pérdida de corredores biológicos, hábitat y matriz de vegetación	-248
2	Deterioro de la calidad del suelo	-235
3	Afectación en la tenencia de la tierra por aumento de procesos erosivos, socavación y pérdida de suelo	-180
4	Pérdida de abundancia y/o diversidad de especies animales terrestres, acuáticas	-178
5	Pérdida de la calidad estética del paisaje	-177
6	Daños al medio físico	-145
7	Afectación a la calidad de vida de las comunidades	-135
8	capacidad de uso y/o aumento en la ocurrencia de remoción del suelo	-134
9	Pérdida de abundancia y/o diversidad de especies vegetales	-124

10	Aumento/disminución de aves	-112
11	Deterioro de la calidad del aire	-94
12	Perdida de especies animales protegidas y/o en peligro de extinción	-71
13	Perdida de especies vegetales protegidas y/o en peligro de extinción	-71
Impacto de prioridad media		
14	Aumento de los niveles de vibraciones o ruido ambiental	-62
15	Deterioro de la calidad de agua subterránea	-59
16	Deterioro de la calidad de agua superficial	-56
17	Disminución del recurso hídrico	-32
18	Incremento/disminución del índice demográfico	-12
Impacto de prioridad baja		
19	Generación de empleo	287

Fuente: Elaboración propia a partir de [28]

Así mismo, en la Tabla 9 se observa que de los diecinueve (19) factores ambientales receptores de impactos (FARI), trece (13) de ellos son de alta prioridad ambiental, cinco (5) son de significancia media y, uno (1) de significancia baja en la minería de arcilla de La Guajira.

Con respecto a los resultados obtenidos, se encontraron similitudes con lo expuesto por [22], cuyo trabajo fue un estudio sobre la evaluación de impacto ambiental en la mina artesanal de arcilla, Santa Cruz en el municipio de Manaure, La Guajira, por ello se deduce que los resultados son acertados y se acercan a la realidad ambiental por la que pasan las empresas mineras dedicadas a la extracción de arcilla en La Guajira.

En este orden de ideas, cabe destacar que la información recolectada en las empresas de minería de arcilla de La Guajira (ver Tabla 2) fue de buena calidad, pero careció de datos de soporte para la evaluación de criterios como el número de habitantes con enfermedades causadas por las actividades mineras, la cantidad de agua consumida y la tasa de emisiones de gases de efecto invernadero y material particulado generados en sus procesos mineros; sin embargo, con la metodología utilizada en campo se muestran resultados significativos con los que se hizo un análisis profundo sobre indicadores como la cultura ambiental, emisión de cargas contaminantes, efectos a la salud humana, y problemas al medio físico (ver Tabla 1). De este modo, se detallan los resultados obtenidos del estudio de los indicadores, mediante la observación en campo sobre la problemática ambiental por las que pasa la minería de arcilla en La Guajira.

Donde, se encontró que la cultura ambiental en la minería de arcilla en La Guajira no promueve la planeación, gestión y seguimiento ambiental que se

requiere; debido a que la relación del hombre con la naturaleza se da de forma irracional por falta de gobernanza y valores ambientales, ya que se observa que los trabajadores y/o familias dueñas de las empresas mineras no cuentan con el empoderamiento por el cuidado del medio ambiente. De esta manera, existe un patrón en el departamento de La Guajira entre las empresas objetos de estudios dedicadas a la extracción y comercialización de ladrillos (Confuso S.A, Loma Fresca S.A, Camarones S.A, La junta S.A, San Pedrito S.A), este patrón muestra que estas minas no cuentan con cultura ambiental. Hoy en día no se percibe un sentido ancestral que promueva una educación que genere el conocimiento para cuidar el medio ambiente y tener valores, hábitos, una conciencia sobre la problemática ambiental y/o un comportamiento para lograr un desarrollo sostenible.

Por lo anterior, se hace necesario brindar conocimientos a la comunidad sobre conciencia ambiental, para cambiar los comportamientos y hábitos inadecuados que actualmente están generando el deterioro de los recursos naturales; de esta manera se podría garantizar un equilibrio Hombre–Naturaleza y crear generaciones futuras responsables con el cuidado del medio ambiente, promoviendo el desarrollo sostenible en estas minas.

Para el caso de las cargas contaminantes en las minas de arcilla, se halló que se están realizando actividades de excavación en el terreno y quema de ladrillos en los hornos artesanales, que están generando cargas contaminantes, como material particulado (PM10 / PM2.5) y gases de efecto invernadero (GEI), afectando las fuentes hídricas y la atmosfera; donde, el impacto ambiental más significativo es la degradación de la capa de ozono, por efecto del humo de la quema de los ladrillos en los hornos, seguido de las cenizas que se producen en el horno y son arrojadas a las fuentes hídricas causando daños al cuerpo de agua.

Además, se evidencio que todas las minas objeto de estudio aplican el mismo proceso para la producción de ladrillo, sin embargo, empresas mineras como “Loma Fresca S.A” y “San pedrito S.A” están implementando una estrategia en el proceso de excavación para reducir el material particulado, esta consiste en el riego previo del área que va a ser intervenida; pero ninguna de las minas visitadas contempla una técnica para disminuir los GEI producidos por la combustión de leña, utilizada en el proceso de deshidratación del ladrillo. Por otro lado, el manejo que se le está brindando a las cenizas no es el adecuado; sin embargo, se encontró que la mina “La Junta S.A”, utiliza las cenizas como abono para siembra de árboles y jardines.

En este sentido, la recomendación es implementar tecnologías limpias que permitan disminuir la emisión de GEI generados en el proceso de combustión de la leña; de esta manera, se tecnifica el proceso de fabricación de ladrillos y se realiza un aporte significativo a favor del calentamiento global y por ende efectuando un acto de justicia a favor del cambio climático.

Dentro de los efectos a la salud, se tuvo en cuenta que la minería de arcilla en La Guajira se aplica de forma rudimentaria, generando implicaciones a la salud humana de los trabajadores como, lesiones al cuerpo y enfermedades respiratoria, estas últimas trascienden a las comunidades aledañas, donde son los infantes quienes se ven principalmente afectados por el tiempo de exposición (1- 3 días) frente a las fumarolas generadas por los hornos artesanales. Pese a todo esto, en las minas no existe ni la mínima intención por parte de estas para aplicar medidas preventivas y/o correctivas para subsanar esta problemática socioambiental.

También, se encontró que Las minas de arcilla objeto de estudio no se encuentran registradas ante el Ministerio de Minas y Energía, por lo que se trata de una actividad ilegal, en donde los trabajadores no portan ningún tipo de seguridad industrial y/o elementos de protección personal (EPP) que permitan combatir los riesgos de accidente y perjuicios a la salud, cabe resaltar que las empresas no tienen el compromiso de dotar a los trabajadores de los EPP y es exclusivamente responsabilidad de los trabajadores, aun cuando los responsables de esta dotación son las empresas según lo establecido por el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de Colombia.

Por ello se recomendó a las empresas mineras a darle solución a esta precaria situación, donde por lo menos los trabajadores contaran con las condiciones mínimas de seguridad y saneamiento, además de elementos para la protección personal y tecnologías limpias (blandas y duras) que permitan facilitar la explotación y manejo del mineral sin comprometer la integridad física de los trabajadores; así como subsanar las enfermedades respiratorias de la clase obrera y las comunidades aledañas.

Por último, los problemas de medio físico generados por la explotación del mineral arcilloso, experimentan un crecimiento exponencial en función del uso indiscriminado de los suelos y por consiguiente el aumento de la deforestación, que más que un inconveniente en la fase de descapote, el problema subsiste en la manera de cómo se ejecuta el proceso de combustión del ladrillo, debido a que los árboles son cortados en grandes proporciones y aunado a la situación, después de terminada la explotación en un sitio específico; es decir en la etapa de desmantelamiento y abandono, no se realiza una adecuación paisajística, dejando las excavaciones que al pasar del tiempo se rellenan por el arrastre de material en épocas de lluvias y se activa nuevamente la vegetación por acciones naturales.

Así mismo, la flora se ha visto muy perjudicada debido a los efectos de la extracción y procesamiento de la arcilla, donde también se ve afectada en forma directa la fauna, ya que al ser removida la capa vegetal, los animales son desplazados de sus nichos ecológicos; un ejemplo de este comportamiento obedece a la mina de Camarones donde la intervención de las empresas mineras por la extracción del material ha generado un impacto significativo obligando a que los flamencos que anteriormente habitaban allí

migraran a otras zonas de la reserva natural; mientras que en la mina “La Junta S.A”.

En este orden de ideas, se consideró importante recomendar a las empresas mineras que existan programas u actividades dentro de estas para reforestación de las áreas intervenidas; además de buscar acciones y/o estrategias para prevenir, mitigar, controlar y restaurar el suelo luego de ser explotado. Para tal efecto, debe existir un compromiso por todas las empresas dedicadas a la explotación y comercialización de arcilla, garantizando que las zonas mineras no generen impactos a largo plazo al medio ambiente.

Conclusiones

Luego de realizado el análisis y discusiones de los resultados obtenidos sobre las tecnologías, procesos ambientales y problemática ambiental en la minería de arcilla en La Guajira colombiana; se considera, la importancia de concebir procesos mineros utilizando tecnologías limpias, los procesos ambientales tan complejos que generan diversas conjeturas en este tipo de minería, además de la creciente problemática ambiental que afecta la sostenibilidad de las empresas dedicadas a la minería de arcilla, se llega a las siguientes conclusiones por cada dimensión estudiada:

Para el caso de las tecnologías utilizadas al llevar a cabo los procesos y/o actividades en la minería de arcilla en La Guajira, se encontró que la explotación del material arcilloso se realiza de forma rudimentaria con herramientas tecnológicas muy pobre; dicho de otra manera, no se cuenta con ningún tipo de maquinaria, ya que la minería de arcilla en La Guajira es totalmente artesanal, donde las herramientas utilizadas en sus procesos mineros consta de paladragas, azadones, palas, machetes, motosierras, baldes, amasado manual (con las manos), moldes de madera o de hierro, leña, carretillas y plásticos, cuyas tecnologías incrementan el esfuerzo físico de los trabajadores, repercuten en que exista una baja capacidad de producción en las empresas mineras y afectan los procesos ambientales y legales en las empresas mineras.

En el caso de proponer procesos ambientales en la minería de arcilla de La Guajira, se concluye que la legislación minero-ambiental es excluyente y desarticulada, ya que el código de mina (ley 685 de 2001), no crea condiciones para la obtención de títulos, no los acompaña en las transformaciones productivas y medio ambientales para que desarrollen MiPymes y a su vez define una reglamentación propia para el plan de manejo ambiental, desconociendo la Ley General Ambiental de Colombia (Ley 99 de 1993). Esta desarticulación es la causa de conflictos ambientales y territoriales entre la constitución política, el plan de ordenamiento territorial y el código minero causan un malestar al medio ambiente, teniendo

impactos significativos a corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, estas minas desde su informalidad pueden actuar de forma responsable, implementando medidas u estrategias que ayuden en lo social y ambiental.

En este contexto, se deduce que la viabilidad en la minería de arcilla de La Guajira, implica la incorporación de procesos relacionados con la sostenibilidad ambiental; razón por la cual, se sugiere el uso de tecnologías limpias aplicadas a las minas de arcilla, para la optimización de los procesos mineros y/u operaciones en estas, por consiguiente, se facilitara el proceso de obtención de título minero y se motiva a los mineros de la región dedicados a la extracción de arcilla para que implementen proyectos que utilicen tecnologías limpias en sus canteras, con el fin de impulsar el uso integrado de los recursos naturales y los procesos ambientales, cuyos procesos deben estar encaminados a implantar un plan de manejo integral en los que se enmarquen acciones para garantizar un ambiente seguro y sostenible para la comunidad y el medio ambiente.

Por último, en el caso de identificar la problemática ambiental en la minería de arcilla de La Guajira, se logró caracterizar y clasificar las ASPI y los FARI de las empresas dedicadas a la minería de arcilla para el proceso de EIA; generar un listado de impactos ambientales conformado por trece (13) ASPI y diecinueve (19) FARI, de acuerdo a una jerarquía del ambiente basada en categorías, componentes, componentes y medios; y, desarrollar un modelo de EIA conformados por cinco (5) empresas mineras que permite la mejora en las operaciones de estas y otras minas de este tipo, asentadas en La Guajira.

Así mismo, se identificaron nueve (9) impactos ambientales en la minería de arcilla de La Guajira, las cuales afectan al medio físico y a la salud humana en las minas, de los cuales cinco (5) son impactos al medio físico, entre ellos: deterioro en la calidad del aire, ruidos y vibraciones, erosión del suelo, contaminación del agua e intervención a la fauna y flora y, cuatro (4) son impactos al medio socio económico que incluye la calidad de vida, cambio del valor paisajístico, seguridad social y generación de empleo, siendo estos dos últimos positivos, pero solo benefician a un sector muy limitado de las comunidades aledañas. De los impactos negativos al medio físico el más crítico es la pérdida del valor paisajístico, equivalente a la pérdida de fauna y cobertura vegetal producto de la explotación irracional del suelo en las minas, seguido por la contaminación del aire generado por la constante quema del ladrillo afectando la calidad de vida y siendo una posible causa de los problemas de salud de los habitantes de las viviendas más cercanas a las ladrilleras y por último, se encuentran los recursos hídricos que son impactados en menor proporción.

Referencias bibliográficas

1. IPCC, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.
2. J. Ribot, "CAUSA Y RESPONSABILIDAD: VULNERABILIDAD Y CLIMA EN EL ANTROPOCENO," *Acta Sociológica*, vol. 73, pp. 13–81, May 2017.
3. M. Singh, M. Brueckner, and P. K. Padhy, "Environmental management system ISO 14001: effective waste minimisation in small and medium enterprises in India," *J. Clean. Prod.*, vol. 102, pp. 285–301, Sep. 2015.
4. A. T. Nieto, "Crecimiento económico e industrialización en la agenda 2030: perspectivas para México," *Probl. Desarro.*, vol. 48, no. 188, pp. 83–111, Jan. 2017.
5. S. Macassi, "Roles contributivos vs. roles partisanos en la cobertura de conflictos socioambientales. Un estudio comparado," *Rev. Mex. Opinión Pública*, vol. 21, pp. 133–147, 2016.
6. G. Mendizábal Bermúdez, "La seguridad social ante los retos del cambio climático," *Boletín Mex. Derecho Comp.*, vol. 48, n°. 143, pp. 697–730, May 2015.
7. B. Roca Villanueva, M. Beltrán Salvador, and R. Gómez Huelgas, "Cambio climático y salud," *Rev. Clínica Española*, vol. 219, n°. 5, pp. 260–265, Jun. 2019.
8. S. Taylor and L. Kumar, "Global climate change impacts on Pacific Islands terrestrial biodiversity: A review | Mondiaux Impacts des changements climatiques sur la biodiversité des îles du Pacifique terrestres: Examen | Mudança Global do Clima Impactos sobre Pacific Islands Terres," *Trop. Conserv. Sci.*, vol. 9, n°. 1, pp. 203–223, 2016.
9. Naciones Unidas/CEPAL, *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales*. 2015.
10. L. A. Abad and J. L. Van Zanden, "Growth under extractive institutions? Latin American per capita GDP in colonial times," *J. Econ. Hist.*, vol. 76, n°. 4, pp. 1182–1215, 2016.

11. E. D. Rasch, "Citizens, criminalization and violence in natural resource conflicts in Latin America," *Eur. Rev. Lat. Am. Caribb. Stud.*, n°. 103, pp. 131–142, 2017.
12. J. Polanco, F. Ramírez, and M. Orozco, "Incidencia de estándares internacionales en la sostenibilidad corporativa: una perspectiva de la alta dirección," *Estud. Gerenciales*, vol. 32, n°. 139, pp. 181–192, 2016.
13. Á. M. L. Latorre and M. H. T. Tovar, "Explotación minera y sus impactos ambientales y en salud. El caso de Potosí en Bogotá," *Saúde em Debate*, vol. 41, n°. 112, pp. 77–91, 2017.
14. M. M. Veiga and B. G. Marshall, "The Colombian artisanal mining sector: Formalization is a heavy burden," *Extr. Ind. Soc.*, vol. 6, n°. 1, pp. 223–228, 2019.
15. B. Betancur-Corredor, J. C. Loaiza-Usuga, M. Denich, and C. Borgemeister, "Gold mining as a potential driver of development in Colombia: Challenges and opportunities," *J. Clean. Prod.*, vol. 199, pp. 538–553, Oct. 2018.
16. I.C. Rodríguez Mur, "Implementación tecnologías limpias en unidades mineras ubicadas en la zona aurífera del departamento de Antioquia," *Tek. Rev. Científica*, vol. 17, no. 1, pp. 30–37, 2017.
17. UPME, "Indicadores de la minería en Colombia," Bogota, Colombia, 2014.
18. UPME, "Informe Departamental Minero de La Guajira," Bogota, Colombia, 2017.
19. C. Strambo, A. C. González-Espinosa, A. J. Puertas-Velasco, and L. M. Mateus-Molano, "Contention strikes back? The discursive, instrumental and institutional tactics implemented by coal sector incumbents in Colombia," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 59, p. 101280, Jan. 2020.
20. J. S. Lara-Rodríguez, "How institutions foster the informal side of the economy: Gold and platinum mining in Chocó, Colombia," *Resour. Policy*, p. 101582, Jan. 2020.
21. D. D. López Juvinao, *Mucho más que carbón, el escenario minero de La Guajira*, 1st ed. Riohacha, La Guajira, Colombia., 2010.
22. D. D. López Juvinao and M. M. Salazar Morrón, "Evaluación de impacto ambiental en la mina artesanal de arcilla, Santa Cruz en el municipio de Manaure, La Guajira," *Investigación e Innovación en Ingenierías .*, vol. 4, n°. 2, p. 8, 2017.

23. R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and M. del P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*, 6th ed. Mexico, 2014.
24. R. Hernández Sampieri and C. P. Mendoza Torres, *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, 2018th ed. Mexico, 2018.
25. F. G. Arias, *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica*, 6th ed. Caracas - República Bolivariana de Venezuela, 2012.
26. Y. E. Hernández, D. D. López, and F. O. Moya, "Environmental monitoring as a tool for monitoring under the continuous environmental impact assessment | Monitoreo ambiental como herramienta para el seguimiento continuo previsto en la evaluación de impacto ambiental," *Espacios*, vol. 40, n°. 3, 2019.
27. L. Lago Pérez, "Identificación , Descripción y Evaluación de Impacto Ambiental," Cuba, 1997.
28. M. I. Viloría Villegas, L. Cadavid, and G. Awad, "Metodología Para Evaluación De Impacto Ambiental De Proyectos De Infraestructura En Colombia," *Cienc. e Ing. Neogranadina*, vol. 28, n°. 2, pp. 121–156, 2018.
29. K. Polo Bornachera., D.D. López Juvinao, and A. Henríquez Jaramillo, "Transferencia tecnológica para la producción limpia en la minería de materiales aluviales en La Guajira, Colombia," *Investigación e Innovación en Ingenierías .*, vol. 8, pp. 6–20, 2020.
30. ICONTEC, "Norma Técnica Colombiana NTC-ISO (NTC-ISO 14001:2015)," no. 571, p. 55, 2015.
31. K. Rojas Peña, "Dificultades, retos y estrategias en la enseñanza de la educación ambiental a través del abordaje de algunas problemáticas ambientales," *Escritos sobre la Biol. y enseñanza*, vol. 8, pp. 21–39, 2015.
32. J. Guillot Fula, y A. Viloría, "Estudio Sobre el Abastecimiento Constante de Energía Eólica", *Investigación E Innovación En Ingenierías*, vol. 3n°. 2, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.3.2.2028>
33. G. Klier, T. Busan, and F. Di Pasquo, "Lo complejo en las problemáticas ambientales: propuestas epistemológicas y conservación de la biodiversidad," *Ludus Vitalis*, vol. XXV, pp. 91–115, 2017.