

Afectaciones ambientales en la minería de arcilla en Riohacha, La Guajira

Environmental effects in clay mining in Riohacha, La Guajira

Dewin Andrés Gómez-Sanjuan^{1a}, Rosymar Jaraba-Balcazar^{1b}, Danny Daniel López-Juvinao^{1c}

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira, Colombia. Orcid: 0009-0009-2555-1208^a, 0000-0003-4766-9759^b, 0000-0002-9304-1105^c. Correos electrónicos: dandresgomez@uniguajira.edu.co^a, rjaraba@uniguajira.edu.co^b, dlopezj@uniguajira.edu.co^c

Recibido: 2 noviembre, 2024. Aceptado: 3 marzo, 2025. Versión final: 23 junio, 2025

Resumen

En la actualidad las actividades productivas entorno a la minería de arcilla han tenido un incremento notorio, lo que conlleva a la industria a generar impactos ambientales negativos. Esta investigación tiene como propósito: primero, identificar las afectaciones ambientales derivadas de la explotación de arcilla en el departamento de La Guajira, Colombia. Segundo, ejecutar un análisis de impacto normativo entorno a la minería de arcilla visionando la actividad hacia el desarrollo sostenible. Si bien, el análisis de las afectaciones ambientales está estrechamente relacionado con el contexto local, existe una dependencia en el conocimiento de normativas actualmente vigentes debido a que, estas contemplan los lineamientos y deberes de cumplimiento entorno al uso de los recursos naturales; por tanto, hoy en día la sustentabilidad es una estrategia invaluable que se puede adaptar a las realidades de cada organización impulsando dimensiones socioambientales y legales, lo que contribuye a la cimentación de explotaciones más limpias atractivas al mercado por el valor agregado que este concepto promueve.

Palabras clave: afectaciones ambientales; desarrollo sostenible; lineamientos; minería de arcilla; normatividad; recursos naturales.

Abstract

Currently, productive activities around clay mining have had a notable increase, which leads the industry to generate negative environmental impacts. The purpose of this research is: first, to identify the environmental effects derived from the exploitation of clay in the department of La Guajira, Colombia. Second, based on a review study, characterize the environmental regulations surrounding clay mining, envisioning the activity towards sustainable development. Although the analysis of environmental impacts is closely related to the local context, there is a dependency on the knowledge of regulations currently in force because these contemplate the guidelines and compliance duties regarding the use of natural resources; Therefore, today sustainability is an invaluable strategy that can be adapted to the realities of each organization by promoting socio-environmental and legal dimensions, which contributes to the foundation of cleaner farms that are attractive to the market due to the added value that this concept promotes.

Keywords: environmental impacts; sustainable development; guidelines; clay mining; regulations; natural resources.

1. Introducción

El aprovechamiento de los recursos naturales de manera gradual genera modificaciones al medio donde se ejecute, en la actualidad el nivel de incidencia de la minería en los factores ambientales conlleva a la humanidad a asumir retos de responsabilidad de manera inmediata [1], los proyectos, obra o actividades que van de la mano de procesos de extracción simbolizan la posibilidad de mantener una economía constante, pese a que Colombia es un país casi que inexplorado la minería incrementa paulatinamente debido a la variedad de minerales presentes en el territorio, esto impulsa al país a ser muy observado en un mercado amplio que busca una gama de derivados atractivos a mercados internacionales [2].

Sin embargo, el evidente incumplimiento de los lineamientos impuestos por los órganos de control nacional hace que este país cuente con uno de los porcentajes más altos de minería ilegal [3], es decir, que aproximadamente el 66% de las hectáreas identificadas como aprovechadas corresponden a la minería clandestina, lo que genera una problemática de gran envergadura e incrementa la huella ambiental creando un panorama desalentador para ecosistemas que incluso son estratégicos [4].

En este sentido, la legislación colombiana contempla que las medidas de manejo ambiental orientadas a la minimización de impactos en cualquier proyecto de índole extractivo deben ser financiadas por el titular de dicha obra; considerando dimensiones de responsabilidad ambiental las cuales son adaptadas a la realidad del territorio, lo que desencadena un conjunto de deberes voluntarios y corporativos [5]; no obstante, existe una brecha entre la producción y la ejecución de planes de manejo ambiental lo que trae repercusiones de manera directa al medio biofísico. Aunque se creen inofensivas las explotaciones artesanales generan un sesgo en la determinación de afectaciones ambientales, principalmente por la degradación, alteración del paisaje y durabilidad en el tiempo [6].

Por su parte, La Guajira es el departamento más al norte en el mapa colombiano, su ubicación estratégica hace de este un lugar rico en yacimientos de minerales como es el caso del carbón, gas natural y la sal. La particularidad de esta zona es que actualmente asume retos en la integración de nuevos procesos en líneas de producción para expandir su economía [7], la población predominante en el territorio es indígena brindando una multiculturalidad; pese a que en el departamento existe un potencial significativo en explotación minero es poca la formación de la comunidad en términos de aprovechamiento lo que lleva al desarrollo de fases

productivas con metodologías rudimentarias y procesos de baja tecnificación desarticuladas con la normatividad ambiental y alineadas al contexto territorial que prevalece desde hace más de tres décadas, esto influye en la calidad de vida de los pobladores, en la conservación de los recursos que si bien tienen alta presencia en el departamento no son inagotables y por último en el valor de los productos finales comercializados [8].

Ante el potencial de la arcilla en Colombia, el aprovechamiento de este mineral tiene transcendencia, en 1970 se establece una línea de producción a pequeña escala; fue entonces en 1980 cuando se instala la mina industrial de arcilla en Cali la cual cubre parcialmente la demanda del occidente del país [9].

La arcilla es un mineral versátil el cual inicialmente fue utilizado para la alfarería, actualmente es muy apetecido en el ámbito de la construcción para la elaboración de cemento y sustancias de filtrado, tanto así que en 1990 se consolidaron empresas mineras de arcillas que obtuvieron títulos y licencias ambientales, hoy en día la importación de este material es rentable y se mantiene con un 9,57% de repunte [10], [11].

Respecto a lo anterior, según datos del Ministerio de Minas y Energía, en el departamento de La Guajira se encuentran registradas 57 unidades mineras dedicadas a la explotación de arcilla, la mayoría de ellas ubicadas en el municipio de Riohacha [12]. Esta actividad extractiva, si bien representa una fuente de ingresos y empleo para la población local, también genera impactos ambientales negativos.

Del mismo modo, frente a los retos imponentes del cambio climático, [13] Colombia adopta un sistema de legislación ambiental centrado principalmente en leyes, normas, decretos y políticas públicas; con la finalidad de regular y orientar el uso de los recursos naturales presentes en cada zona del país. Debido a esto muchas organizaciones de extracción centran sus esfuerzos en articular estrategias para disminuir los contaminantes criterios, emisiones de carbono y degradación de agentes físicos, químicos y biológicos [14].

La explotación de la minería desde el ámbito económico simboliza un camino prometedor; cambiando la visión desde un aspecto ambiental existen repercusiones negativas, ahora bien, la deforestación es uno de los problemas más agudo a nivel nacional esta afectación impacta directamente a ecosistemas estratégicos dentro de ellos los costeros, trayendo consigo pérdida de la biodiversidad [15], en la minería de arcilla la madera tiene un alto valor ya que es papel fundamental para la operatividad de los hornos productores, la no existencia

de medidas de planificación hacen que esta acción coloque en riesgo hábitats de especies endémicas [16].

Si bien es cierto, la normativa ambiental se centra en reducir las alteraciones a medios biofísicos dentro del territorio nacional, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible es el órgano central en la creación de líneas estratégicas para la conservación del entorno [17] no obstante, el repetido incumplimiento de las normas en las explotaciones ilegales y artesanales son comunes, sumándole a esto la ocupación de predios no aptos para explotación, el desacato a las medidas de manejo impuestas por las corporaciones autónomas regionales y la falta de compromiso con los instrumentos de planeación territorial hacen que las leyes impuestas parezcan obsoletas [18].

Generalmente, para la explotación de arcilla se hace necesario contar con un contrato de concesión el cual brinda la posibilidad de explotar y explorar minas de propiedad estatal amparado por el código de minas; del mismo modo, la ejecución de estas actividades debe ir de la mano de los derechos constitucionales que son fundamentales para que el aprovechamiento se ejecute de una manera armónica [19]. Ahora bien, en el presente estudio se caracteriza la normativa asociada a la extracción de arcilla; esto con la finalidad de visionar el cumplimiento de estas en el departamento de La Guajira.

Pese a que, la arcilla es un mineral común derivado de la mezcla de agua con masas plastificadas dentro de la corteza terrestre, en Colombia se han desarrollado estudios para identificar áreas donde es viable la ejecución de actividades socioeconómicas entorno a dicha minería; los departamentos con mayores índices de arcillas son Boyacá por la alta acción de la cordillera occidental de Colombia y La Guajira por sus depósitos.

En este sentido, las normativas tienen como objetivo promover tendencias a nivel local y mundial para fomentar cambios en conocimientos, actitudes, habilidades y valores, con el fin de crear una sociedad más sostenible, este tipo de estudios fortalecen la literatura regional y enriquece el conocimiento de las poblaciones [20]. Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, la minería de arcilla debe ir enfocada a un conjunto de valores, comportamientos y prácticas que promuevan la conciencia y el cuidado del medio ambiente. No obstante, durante los procesos de explotación se ven afectados factores ambientales como es el caso del suelo por las modificaciones en sus propiedades edáficas y morfológicas; la pérdida de la cobertura vegetal la cual comprende una amplia gama de fisionomías para el desarrollo de microorganismos y la

erosión de suelo por la acción del viento lo que ocasiona disgregación de rocas y transporte de material [21].

Finalmente, el departamento de La Guajira presenta una compleja situación ambiental [22]. A pesar de contar con un marco legal ambiental robusto, programas de educación ambiental y un creciente número de organizaciones ambientales locales, la región enfrenta desafíos significativos; entre ellos, se destacan la deforestación, la contaminación del aire, del agua y del suelo, el manejo inadecuado de los residuos sólidos y peligrosos, la escasez de agua potable, la minería ilegal y la falta de cultura de reciclaje. Pese a la aplicación del Plan Integral de Gestión Ambiental del Distrito de Riohacha, la creación de nuevas áreas protegidas y las inversiones destinadas a proyectos de energía renovable, las explotaciones mineras desarrolladas de la mano de medidas de manejo ambiental siguen siendo uno de los más grandes desafíos en esta región [23]. Finalmente, el departamento de La Guajira presenta una compleja situación ambiental.

Por tanto, la presente investigación tiene como objetivo identificar las afectaciones ambientales derivadas de la minería de arcilla en el La Guajira, Colombia; las cuales permitan efectuar un análisis del impacto normativo, visionando dicha actividad al desarrollo sostenible.

2. Metodología

Para este estudio el tipo de investigación implementada es descriptiva, con un diseño no experimental la cual se basa en la observación y análisis de fenómenos en situaciones menos controladas que en la investigación experimental [24]. A continuación, se presentan las unidades objeto de estudio:

2.1 Sistema de identificación de problemáticas ambientales

Este sistema de identificación de análisis entorno a la minería de arcilla consideró tres técnicas de recolección para la información [25] las cuales están en orden de importancia, estableciendo como variable nominal a las problemáticas ambientales así:

2.1.1 Observación in-situ

Ejecución de visitas a las empresas mineras para identificar directamente las áreas, maquinaria y procesos involucrados en la extracción, así como para evaluar los impactos ambientales derivados de esta actividad.

2.1.2 Registro audio visual

Recolección de 390 fotografías que evidencian el estado del terreno donde se efectúan las actividades mineras y las condiciones de los trabajadores que allí realizan la explotación del recurso natural.

2.1.3 Fuentes de tipo bibliográficas

Revisión de documentos históricos, información de diversas fuentes electrónicas, incluyendo artículos de revistas, libros, documentos de sitios web, páginas gubernamentales, entre otros, con el fin de complementar los datos obtenidos en campo.

2.2 Sistema de revisión de impacto normativo

Revisión de herramientas cualitativas esenciales en tomas de decisiones de regulación las cuales incluyen, leyes, normas, decretos y políticas públicas ambientales exigidas por el Ministerio de Ambiente de la República

de Colombia para la ejecución de proyectos mineros centrados en aprovechamiento de recursos naturales [26].

3. Resultados y discusión

En las tres unidades mineras existe un uso irracional de los recursos naturales, debido a que las acciones no están relacionadas con medidas de manejo de reducción de impactos. Los procesos de producción se realizan bajo el mismo modelo funcional y operativo, del mismo modo, contemplan etapas rudimentarias y poco tecnificadas (Figura 1):

Con el sistema de identificación de problemáticas ambientales, se determina que la extracción de arcilla se realiza excavando manualmente con herramientas como palas, picos y azadones, como lo respalda [27] la arcilla debe someterse a diferentes procesos como la trituración, homogenización y reposo, para que esta pase por un proceso de meteorización, con el fin de disolver sales y

Tabla 1. Población estudio

	Municipio	Ubicación espacial	Número de trabajadores
Los Hornitos	Riohacha	11°24'49''n 73°04'06''o	15
Pargo Rojo	Riohacha	11°24'52.66''n 73°4'8.33'' O	3
Los Milagros	Riohacha	11°24'30,59''n 73°3'48,57'' O	5
Total			23



Figura 1. Esquema de producción. Fuente: elaboración propia.

descomponer las impurezas orgánicas, lo que facilita su posterior manejo.

El aprovechamiento de este mineral requiere la remoción de la vegetación superficial, y, por lo tanto, las capas superficiales del suelo con alto contenido de materia orgánica, exponiendo el subsuelo menos fértil, esta deforestación no solo reduce la cobertura vegetal, sino que también destruye hábitats de especies de flora y fauna, alterando gravemente a la biodiversidad local y provocando la fragmentación de los ecosistemas. También, incrementa la susceptibilidad del suelo a la erosión, reduciendo su capacidad de soportar la vegetación influyendo en las condiciones óptimas para el desplazamiento de material durante las temporadas de lluvias y su posterior traslado a diferentes áreas [28].

En cuanto a las etapas o actividades de moldeado y corte, son las que no generan ninguna perturbación o afectación al medio ambiente, es la etapa de moldeado, básicamente se lleva a cabo a través de moldes y se realiza a mano. Así mismo, la etapa de secado es realizada al aire libre, las condiciones ambientales determinan la duración de este proceso. En temporadas de lluvias, el proceso de extracción es nulo, las condiciones climáticas no son óptimas para la extracción, secado y mucho menos la cocción.

Los hallazgos alrededor del primer objetivo centrado en identificar problemáticas ambientales asociadas a los procesos de explotación determinan que, en el proceso de cocción del ladrillo, se carga el horno y se calienta gradualmente con leña como combustible, durante este ciclo, que tarda entre 20 y 40 horas, el material se endurece y adquiere su resistencia final. Esta fase de producción genera, emisiones de contaminantes, gases como dióxido de carbono, monóxido de carbono, partículas en suspensión, compuestos orgánicos volátiles (COV). Estos gases están relacionados con diversas consecuencias negativas en el entorno natural dentro de las que resaltan contaminación atmosférica y afectación a la salud humana [29].

Por otra parte, los procesos de deforestación son evidentes esto se asocia a la alimentación de los hornos con madera adquirida de áreas cercanas lo que agudiza la pérdida de la vegetación y las capas superiores del suelo que su vez trae pérdida de hábitats naturales y la afectación de ecosistemas, esto tiene relación con lo señalado por [30] quienes afirman que la deforestación y fragmentación del hábitat por minería conllevan transformaciones abruptas en el ambiente, alterando la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas.



a) Remoción capas edáficas



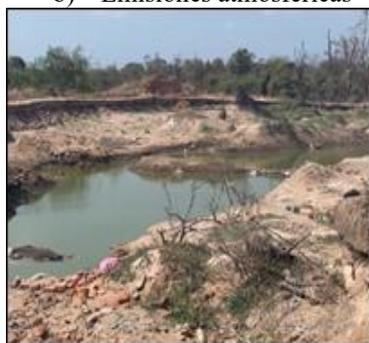
b) Emisiones atmosféricas



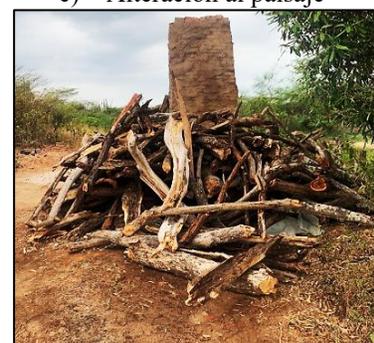
c) Alteración al paisaje



d) Degradación de la cobertura



e) Pérdida de hábitats



f) Deforestación

Figura 2. Evidencias de afectaciones ambientales.

Finalmente, la actividad minera modifica la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, la remoción de la capa superficial del suelo y la vegetación altera las características físicas y químicas del suelo, disminuyendo su fertilidad y capacidad de soportar nuevas plantas. La fragmentación del hábitat interrumpe corredores ecológicos, dificultando la movilidad de especies y afectando las interacciones ecológicas. Estos cambios pueden desencadenar una disminución en la biodiversidad y alterar los procesos ecológicos, como la regulación del clima.

En Colombia, la política ambiental se fundamenta en un marco legal sólido, con la Ley 99 de 1993 como pilar fundamental al crear el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Sistema Nacional Ambiental. El decreto único reglamentario y sus consideraciones están vigentes a nivel nacional y se especifican en el Decreto 1076 de 2015, con última modificación en 24 de abril del 2024, este documento contempla la implementación de políticas públicas y exigencias ambientales requeridas en cualquier proyecto, obra o actividad que involucre aprovechamiento de recursos naturales. Específicamente, para proyectos mineros, implica la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) esto con el objetivo de evaluar los efectos potenciales de las actividades mineras en el medio ambiente, garantizando así la posibilidad de monitoreo y seguimiento por medio de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) según cada área de jurisdicción.

Con el análisis de impacto normativo se identificó la existencia de tres líneas gruesas que derivan funciones específicas como se muestra a continuación en la Figura 3.

Los antecedentes normativos evocan que las tres organizaciones mineras presentaron frente a la Corporación Autónoma de La Guajira- Corpoguajira, referencias en años anteriores para la elaboración de EIA hace más de una década, lo que ratifica que las áreas de aprovechamiento cuentan con estudios de impacto ambiental, sin embargo, esta acción no asegura el uso adecuado de las mismas, dentro del sistema de gestión ambiental nacional se exigen un conjunto de procedimientos para identificar, evaluar y gestionar los impactos ambientales de las operaciones minera. Las auditorías internas y externas resultan fundamentales para verificar el cumplimiento y detectar posibles desviaciones o áreas de mejora, teniendo en cuenta que le presupuesto destinados a actividades ambientales debe ser derivados de la explotación.

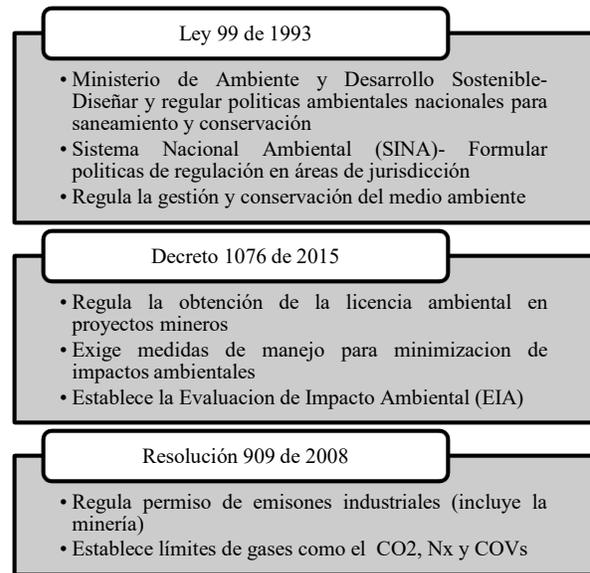


Figura 3. Esquema de la política ambiental importante para la actividad minera de arcilla.

Especialmente, la mina los Hornitos mantiene una licencia ambiental amparada por Resolución No. 2976 del 12 de noviembre de 2002, para explotación de arcilla y minerales alternos como es el caso de la caliza; en la actualidad la organización cuenta con permisos de aprovechamiento forestal y es monitoreada trimestralmente, de las minas Pargo rojo y los milagros, se debe resaltar que existe un porcentaje bajo de acciones alineadas a las normativas ambientales.

Los procesos de desarrollo sostenible en la actualidad van de la mano de las exigencias ambientales y órganos de control, siendo La Guajira un territorio rico en minerales es importante el desarrollo de este tipo de estudios enmarcados al ámbito ambiental y correcto uso de los recursos. Por tanto, para el cumplimiento del objetivo dos, se crea un paralelo entre las normas ambientales articuladas a la minería de arcilla y el aporte de su cumplimiento a la sostenibilidad, después de la revisión de normativa nacional.

La primera no conformidad de las tres organizaciones en materia de sostenibilidad está relacionada con la no implementación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) exigido para el cumplimiento de los estándares nacionales e internacionales, con la norma ISO 14001, que en la actualidad es una herramienta fundamental para mejorar el desempeño ambiental [31] en su estudio demuestra que las organizaciones compatibles con la

norma son muchos más atractivas al mercado global y mejoran sus niveles de ventas por el valor agregado que esta acción brinda.

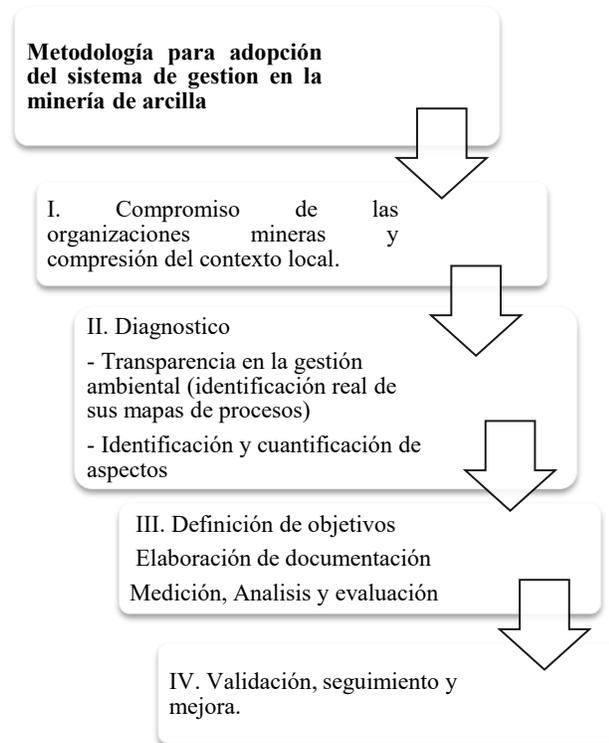


Figura 4. Esquema de sistema de gestión ambiental visionado al desarrollo sostenible.

Tal como se observa en la Figura 2, existen daños ambientales de gran magnitud, lo que lleva a entender la necesidad de alinear la actividad con acciones que van de la mano de sostenibilidad como lo muestra la Tabla 2, en la cual se tienen en cuenta los beneficios del uso de la sostenibilidad como herramienta de gestión para las organizaciones mineras.

Partiendo de lo anterior, una de las acciones más significativas en términos de sostenibilidad es la vinculación a programas educativos y políticas públicas ambientales planteadas por el gobierno nacional, con esta implementación se podrían evidenciar una mejora en los ecosistemas locales debido a que se encuentran directamente relacionadas con los objetivos de desarrollo sostenible. Finalmente, las organizaciones deben centrar sus esfuerzos en identificar acciones de cumplimiento de normatividad para minimizar los impactos ambientales y hacer de la producción sustentable, lo que asegura el buen goce de los recursos naturales sin llevarlos a un riesgo ambiental.

4. Conclusiones

Mediante la identificación de problemáticas ambientales se analizaron 3 factores ambientales afectados de manera directa (suelo, aire, antropogénico) y más de 8 subcriterios de daños derivados de las fases de producción, se determinó que las acciones que más inciden sobre el equilibrio ambiental son la contaminación atmosférica y la deforestación, las acciones enmarcadas en la normativas nacionales son fundamentales para la selección de las estrategias de manejo ambiental necesarias, obteniendo una listado de propuesta de mejorar que ayudan a proyectar a la actividad de explotación de arcilla al tan anhelado desarrollo sostenible, del mismo como contrapartida la alineación a acciones de cumplimiento ambiental ayudan a asegurar el uso de materia prima de una manera racional, la mina de Los Hornitos es la que presenta mayor relación con las condiciones analizadas en la investigación de una manera favorable.

Se recomienda analizar la alternativa de la implementación de impactos normativo sostenible en relación con el enfoque que desee cada organización, con la finalidad de evaluar su funcionamiento a largo plazo y visionar la implementación de estrategias de mejora en términos de desempeño ambiental.

Agradecimientos

Los autores expresan su gratitud a la Universidad De La Guajira por el acompañamiento y el apoyo..

Financiación

Universidad De La Guajira.

Contribución de los autores

D. Gómez-Sanjuan: Análisis formal, Redacción borrador original, investigación. R. Jaraba- Balcázar: Conceptualización, Metodología, Supervisión, Redacción –revisión. D. López- Juvinao: Metodología, Investigación, Administración del proyecto, Supervisión, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición, Redacción – documento final.

Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Conflicto de interés

Declaramos que no existe ningún conflicto de intereses en relación con este artículo. Los autores no tienen intereses financieros, personales, ni profesionales que

puedan influir en los resultados o en la interpretación de los hallazgos encontrados.

Declaración de la Junta de Revisión Institucional

No aplica.

Declaración de consentimiento informado

No aplica.

Referencias

- [1] R. Marimuthu, B. Sankaranarayanan, S.M. Ali, A. Lopes & K. Karuppiah, “Assessment of key socio-economic and environmental challenges in the mining industry: Implications for resource policies in emerging economies,” *Sustainable Production and Consumption.*, vol. 27, pp. 814-830, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.005>
- [2] A. Casadiego, B. Perdomo, A. Avendaño, “Analysis of the mining initiative in Colombia,” *engineering and region.*, vol. 15, pp. 85-93, 2016, doi: <https://doi.org/10.25054/22161325.1182>
- [3] E. Carr, A. Duran & F. Calderón, "Análisis de la responsabilidad del estado Colombiano por la minería ilegal," Monografía, Universidad del Magdalena, Santa Marta, 2023.
- [4] G. Leonardo, “Small mining in Colombia: a not so small activity” *Dyna*, v. 80, n. 181, pp. 109-117, 2013.
- [5] P. Calderon, W. Osorio, J. Naranjo & T. Guzman, “Formation of Environmental Culture under the Life Cycle Approach: A Pedagogical Proposal for Sustainability,” *Environment and Development.*, vol. 23, pp. 44, 2019, doi: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd23-44.fcae>
- [6] C. Banza, L. Casas, V. Haufroid, T. Putter, N. Saenen, T. Kayembe, P. Musa, D. Wa Mukoma, J. Lunda, Tim. Nawrot, O. Luboya, Numbi, E. Smolders & B. Nemery, “Sustainability of artisanal mining of cobalt in DR Congo”, *Nature sustainability.*, vol 1(9), pp. 495-504, 2018, doi: <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0139-4>
- [7] S. Álvarez, A. Cala, I. Guzmán & M. Monsalve, “Riqueza de La Guajira: declinada ante la corrupción y el delito contable” *Liderazgo Estratég.*, vol. 8, n.º 1, pp. 68–77, dic. 2018, <http://orcid.org/0000-0002-8522-346X>
- [8] P. Duran, "Diagnóstico de la minería tradicional de material de arrastre en el municipio de Maicao, La Guajira, en el marco del programa de formalización minera nacional," Tesis, Fundación universitaria Área andina, Valledupar, 2018.
- [9] Corporación grupo semilla, J. Cárdenas, F. Castrillón, “Impactos socioambientales de la minería de arcilla en los municipios de Puerto Tejada, Guachené y Villa Rica – Cauca,” 2010, [Online]. Disponible: https://semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da99d8f95126/cartilla-mineria-cauca_web.pdf.
- [10] T. Hanein, K. Thienel, F. Zunino, F. A. Pantano, M. Mayer, B. Wang, M. Canut, M. Juenger, M. Ben, F. Avet, A. Parashar, L. Al-Jaberi, R. Almenares, A. Alujas, K. Scrivener, S. Bernal, J. Provis, S. Tongbo, S. Bishnoi & F. Martirena, “Tecnología de calcinación de arcilla: revisión de vanguardia por el RILEM TC 282-CC,” *Mater Struct*, vol. 55, no. 3, 2022, <https://doi.org/10.1617/s11527-021-01807-6>
- [11] E. Monfil, “La arcilla: un recurso mineral estratégico,” *Energía & Minas: Revista Profesional, Técnica y Cultural de los Ingenieros Técnicos de Minas*, no 16, p. 6-17, 2020.
- [12] Ministerio de Minas y Energía, “Informe de gestión” 2022, [Online]. Disponible: https://www.minenergia.gov.co/documents/7099/Informe_Gestion_MME_Definitivo.pdf.
- [13] C.A. Palacio Useche, “Rol del gerente educativo y su interacción comunitaria: una perspectiva sociocrítica,” *Revista Cientific*, 4(11), 82-102, 2019, doi: <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2019.4.11.4.82-102>
- [14] F. González, “Simplificación Administrativa y «Regulación Positiva» en la Normativa Ambiental y Minera,” *Derecho & Sociedad*, (42), 279-287, 2014.
- [15] M. Rushemuka, M. Cote, “Artisanal and small-scale mining through a “labour regime” lens: Consolidating a research agenda on labour exploitation,” *Journal of Rural Studies*, 105, 103189, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103189>

- [16] I. Palacios Palacios, G. Flórez Yepes & E. Cuesta Ríos, “Cambios en la comunidad de aves durante la sucesión natural, en áreas mineras auríferas abandonadas, municipio de Condoto (Chocó), Colombia,” *Boletín Científico Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 26, pp. 85-98. 2022, doi: <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.1.6>
- [17] M.A. Pérez Vásquez, “Retos de la política ambiental colombiana frente a los desafíos de la OCDE y los ODS,” *Análisis político*, 33(99), 101-120, 2020, doi: <https://doi.org/10.15446/anpol.v33n99.90970>
- [18] W.J. Pastor Paredes, “Cultura ambiental y su impacto, en la contaminación del medio ambiente, en la municipalidad distrital de Moche” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 4206-4222, 2021, doi: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2551
- [19] C. Motta Rodríguez, “Análisis de la normatividad sobre residuos peligrosos y su aplicación en la industria petrolera en Colombia,” Maestría, Universidad Externado de Colombia, 2024, doi: <https://doi.org/10.57998/bdigital/handle.001.1772>
- [20] E. Lambin, T. Thorlakson, “Sustainability standards: Interactions between private actors, civil society, and governments,” *Annual Review of Environment and Resources*, vol. 43, no 1, p. 369-393, 2019, doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102017-025931>
- [21] D. López, L. Ustate & F. Moya, “Tecnologías, procesos y problemática ambiental en la Minería de arcilla”, *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 8, no 2, p. 20-43, 2020, doi: <https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.3857>
- [22] Y. Campuzano y C. Bustos, “Estudio de impactos ambientales sobre alternativas de sistemas de saneamiento para la solución de vertimientos en la zona costera del distrito de Riohacha, en La Guajira, Colombia” *Revista Ingenio*, 21(1), 21-28, 2024.
- [23] E. A. Tarupí Montenegro, “La política ambiental colombiana y el cambio social para el cuidado sostenible del medio ambiente,” *Revista de Ciencias Económicas, Jurídicas y Administrativas*, vol. 5, no 9, p. 28-47, 2022, doi: <https://doi.org/10.37135/kai.03.09.02>
- [24] L.G. Cajas Lema, A. García Flores, E.F. Garzón Márquez & D.F. Guamán Sagñay “Nuevas metodologías educativas para promover el pensamiento crítico y la resolución de problemas,” *Dominio de las Ciencias*, 10(1), 187-209, 2024, doi: <https://doi.org/10.23857/dc.v10i1.3709>
- [25] D. Lazon, A. Iglesias, J. Fernández & A. Rosenfeld, “Sistemas de Información Ambiental como herramientas para la gestión pública de escala local: el caso del Sistema de Información Ambiental Integral (SIAI) del Partido de Luján, Provincia de Buenos Aires,” *Anuario de la División Geografía*, (18), 1-10, 2024.
- [26] J. M. Álvarez, “Revisión de los TLC en Colombia: impacto sectorial y recomendaciones de política,” Colombia: impacto sectorial y recomendaciones de política. Universidad Externado de Colombia., 2024, doi: <https://doi.org/10.57998/bdigital/handle.001.1874>
- [27] V. Gonzales, A. Alejandro, “Caracterización mineralógica de los depósitos de arcilla de la localidad de Yay, estado Lara, Venezuela,” Tesis, Repositorio Institucional de la Universidad Central de Venezuela, Estado de Lara, 2024.
- [28] K. R. Reales & H. A. Luquez, “Diseño de estrategias para la aplicación de producción más limpia (PML), apoyado en la herramienta Errria, como alternativa de sostenibilidad de las explotaciones de arcilla en la vereda las Casitas del municipio de Valledupar Cesar”. [online]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/21172>
- [29] H. Herzog, B. Eliasson & O. Kaarstad, “Capturing greenhouse gases,” *Scientific American*, 282(2), 72-79, (2000). <http://www.jstor.org/stable/26058603>
- [30] D. Cotes, L. Alvarado, E. Hoyos, M. Molina & D. Mosquera, “Impactos ambientales generados por la mina de arcilla Wajira S.A.S., en Manaure, La Guajira”, *Revista Agunkuyãa*, vol. 7, n.º 2, pp. 41-58, jul. 2017.
- [31] J. Tarí, J. Molina & I. Heras “Beneficios de las normas ISO 9001 e ISO 14001: una revisión de la literatura,” *Revista de Ingeniería y Gestión Industrial (JIEM)*, vol. 5, núm. 2, 2012.