

Sostenibilidad ambiental de la minería de caliza en La Guajira, Colombia

Environmental sustainability of limestone mining in La Guajira, Colombia

Michelle Cristine Velásquez Móvil¹, Yazmín Adriana Mendoza Paéz², Danny Daniel López Juvinao³

^{1,2}Ingeniera Ambiental, Universidad de La Guajira, Riohacha, La Guajira.

³Doctor en ciencias gerenciales, Profesor titular, Universidad de La Guajira, Riohacha, La Guajira,
dlopezj@uniguajira.edu.co

Cite this article as: M. Velásquez Móvil, Y. Mendoza Paéz, D. López Juvinao “*Sostenibilidad ambiental de la minería de caliza en La Guajira, Colombia.*”, *Prospectiva*, Vol. 23 N° 1 2025.

Recibido: 01/05/2024 / Aceptado: 02/11/2024

<http://doi.org/10.15665/rp.v23i1.3540>

RESUMEN

En la actualidad, las actividades minero-industriales relacionadas con la roca caliza están experimentando un crecimiento continuo. Sin embargo, este desarrollo ha ocasionado impactos significativos en los ecosistemas naturales. El objetivo de esta investigación es examinar la sostenibilidad ambiental en empresas productoras de derivados del recurso mineral en el sur del territorio Guajiro para proponer métodos de equilibrio en el medio ambiente. La metodología es de tipo descriptivo, con un enfoque no experimental. Como herramienta principal, se emplea un instrumento estructurado en dos dimensiones y ocho indicadores, orientado al análisis de la variable nominal sostenibilidad; complementado con observación en campo para recopilación de información. Los resultados evidencian una desarticulación entre las fases productivas y los principios de sostenibilidad. Esto se debe a la ausencia de acciones viables que promuevan el desarrollo local en términos ambientales, lo que genera impactos significativos, especialmente en los recursos suelo y aire, debido a la intensidad de la explotación. Estos efectos, además, tienen repercusiones negativas en la salud humana. Por tanto, se concluye que las organizaciones mineras en la actualidad no están asociadas a las exigencias de los instrumentos de planificación medioambiental, existiendo deficiencia en la puesta en marcha de planes estratégicos centrados en el aprovechamiento de los recursos naturales, infiriendo en la consolidación de una cultura ambientalmente sostenible.

Palabras clave: Ambiente, caliza, estrategias, minería, sostenibilidad, territorio.

ABSTRACT

Currently, mining-industrial activities related to limestone rock are experiencing continuous growth. However, this development has caused significant impacts on natural ecosystems. The objective of this research is to examine environmental sustainability in companies producing derivatives of the mineral resource in the south of the Guajiro territory to propose methods of balance in the environment. The methodology is descriptive, with a non-experimental approach. As the main tool, an instrument structured in two dimensions and eight indicators is used, oriented to the analysis of the nominal variable sustainability; complemented with field observation to collect information. The results show a disarticulation between the production phases and the principles of sustainability. This is due to the absence of viable actions that promote local development in environmental terms, which generates significant impacts, especially on soil and air resources, due to the intensity of exploitation. These effects also have negative repercussions on human health. Therefore, it is concluded that mining organizations are currently not associated with the demands of environmental planning instruments, with a deficiency in the implementation of strategic plans focused on the use of natural resources, inferring in the consolidation of an environmentally sustainable culture.

Keywords: Environment, limestone, strategies, mining, sustainability, territory.

1. INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la humanidad el hombre depende estrictamente de los recursos brindados por la naturaleza misma; con el pasar de los años se fueron desarrollando técnicas de subsistencia representadas en posibilidad de una mejor calidad de vida; en la actualidad las actividades antropogénicas repercuten de una manera significativa en el medio ambiente, las industrias, minería, explotación de fósiles y el crecimiento demográfico son algunas acciones que desencadenan una preocupación en la realidad ambiental global; [1] considera que el hombre observa a la naturaleza como un activo dejando de lado la responsabilidad ecológica rompiendo así la ruta a la estabilidad.

De acuerdo con [2], el cambio climático está teniendo un efecto importante en todos los aspectos del medio ambiente, así como en la salud y el bienestar de la población mundial. Por lo tanto, este fenómeno es un problema que debe sobrellevar la sostenibilidad natural. En América Latina ya son evidentes situaciones como el déficit de agua, problemas energéticos, falta de alimento, migraciones masivas, acidificación de los océanos y otras amenazas que el aumento de la temperatura implica. La única forma para prevenir y hacer frente a la situación es priorizando medidas de manejo ambiental [3].

En Colombia, la revolución industrial trajo consigo el desarrollo de máquinas y tecnologías relacionadas con la producción de bienes de consumo, especialmente de origen natural como el carbón mineral, los metales como el cobre y el aluminio, el petróleo, la caliza, entre otras sustancias útiles para el hombre [4]. Dichas máquinas y tecnologías aceleran la extracción de estos recursos, que al no ser renovables son agotados hasta el punto de correr el riesgo de su inexistencia en el planeta. Actualmente las técnicas de excavación fueron mejorando, convirtiendo el trabajo minero más preciso y eficiente [5].

No obstante, el caribe colombiano presenta medidas y procesos para el avance a un desarrollo sostenible. Ejemplo de esto es la reserva biosfera "Seaflower, ubicada en el caribe occidental colombiano, el cual ha permitido la conservación de servicios ecosistémicos y la preservación del patrimonio natural y cultura. Asegurando a la humanidad la protección marina en Colombia [6].

Desde el punto de vista de [7] cuando se habla de sostenibilidad ambiental, se está haciendo referencia

a que las relaciones que se establezcan con el medio ambiente no conlleven la destrucción de este, de modo que, estas relaciones, sean “sostenibles” o perdurables a largo plazo, afirmando que una actividad es sostenible ambientalmente, es decir, la actividad que se esté lavando acabo impactará de forma mínima y no amenazará la conservación de los factores naturales.

El departamento de La Guajira es un punto estratégico de Colombia que sustenta parte de la economía del país a través de la extracción y comercialización de los diversos recursos naturales, esenciales para el diario consumo [8]. El territorio guajiro también asume el reto de optar por medidas sostenibles, [9] presentó un plan de acción institucional que trabaja por la construcción de un territorio sostenible que proyecta una visión de los recursos que forman parte integral de un sistema, el ambiente, siendo uno de ellos el eje dinamizador y elemento determinante para crear equilibrio e impulsar el desarrollo de una región.

Del mismo modo, en el municipio de Distracción, La Guajira hay presencia de afloraciones de la roca caliza en un cerro denominado San Luis, por lo tanto, la explotación minera de este recurso no es un tema nuevo, si no que se ha venido manifestando desde hace más de 3 décadas de manera artesanal, sirviendo como sustento a familias indígenas de la región [10].

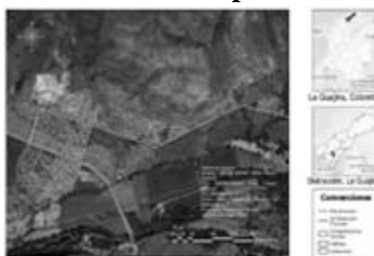
Finalmente, los estudios con referencia a la roca sedimentaria en el departamento no son muchos; por tanto, esta investigación enriquece la información documental respecto a esta actividad y ayuda a promover métodos de gestión ecológica [11]. Se debe resaltar que es de suma importancia que la explotación de este mineral vaya de la mano de alternativas amigables con el ambiente, que ayuden a minimizar los impactos naturales y fortalezcan vínculos de gran significativos para la región en términos de desarrollo sostenible [12].

2. METODOLOGÍA

El diseño de la investigación concierne al proyecto de sostenibilidad ambiental en la minería de caliza en La Guajira, es de tipo no experimental y de campo, dado que no se realiza la manipulación de forma intencional de las variables involucradas, es decir, durante el estudio, no se controla, manipular o altera a los sujetos. De igual manera, se implementa una investigación transeccional, la cual se enfoca en el análisis de las variables en un determinado momento [13].

Respecto a lo anterior, la investigación establece la objetividad de la muestra que encamina la variable de estudio del trabajo, es decir, sostenibilidad [14], se define la población correspondiente al desarrollo del proyecto; la empresa minera mapeadas en el municipio de Distracción, propio del departamento de La Guajira, las cuales conjuntamente proyectan objeto de mejoramiento, mayor producción para así poder lograr el cumplimiento de la normatividad nacional e integrar planes estratégicos para la competitividad y reconocimiento departamental [15].

Figura 1. Localización espacial del área de estudio



Fuente: Elaboración propia, adaptado de Google Maps.

Respecto a la muestra del estudio se encuentra conformada por las organizaciones anteriormente mencionadas, de manera general se puede decir que cuentan con una categoría laboral para el desarrollo de las actividades y cumplimiento de estas. Pese a que la explotación es de tipo artesanal se debe resaltar

que existe una similitud en el modo de operación de las organizaciones, es decir, ejecutan las mismas fases de operatividad.

Tabla 1. Muestra del estudio

Empresa	Municipio	Geocodificación	Cifra De Operario
COOHORNICAL	Distracción	4.6 Kilómetros de distracción a la vía de chorrera	20
CALDISTRA	Distracción	5.6 Kilómetros de distracción a la vía de chorrera	15
Total			35

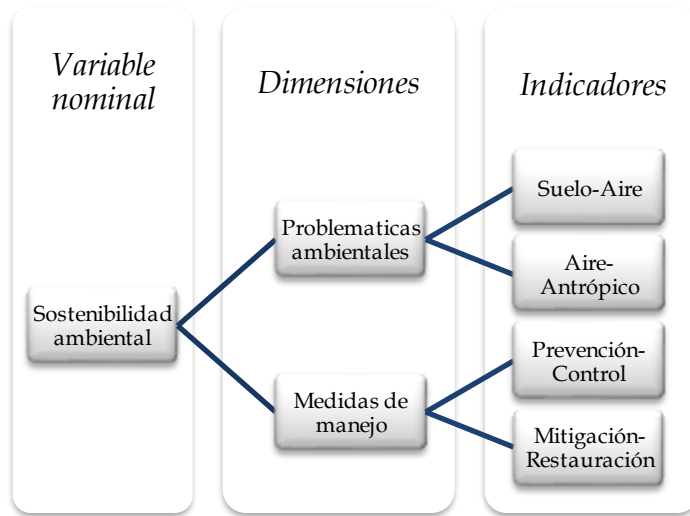
Fuente: Elaboración propia.

Para la recopilación de datos se llevó a cabo una recolección de la información por medio de fuentes primarias, representadas en visitas de campo, observación detallada del área de estudio, complementadas con fuentes de información secundaria como investigaciones bibliográficas que le brindan sustentos teóricos y permite el enriquecimiento de la comprensión teórica y contextual del tema [16].

Con la finalidad de garantizar la consistencia y precisión de los instrumentos de recolección de información en el estudio, fue necesario demostrar la validez y confiabilidad de la investigación, lo cual permite evaluar la calidad del estudio. Según [17], no se puede comprender el todo sin ver sus partes, pero tampoco se puede ver las partes sin comprender el todo, los cuales son aspectos presentes en toda investigación descriptiva.

En cuanto al instrumento central se estructuró de la siguiente manera:

Figura 2. Estructura del instrumento metodológico



Fuente: Elaboración propia.

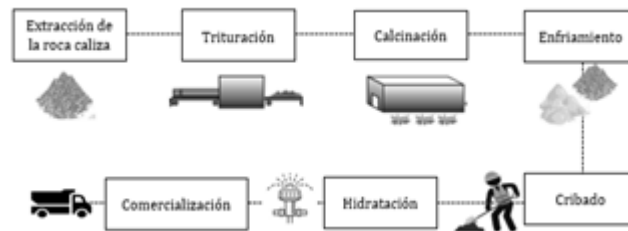
Para garantizar la confiabilidad de la investigación, se decidió recurrir a consultas y opiniones de expertos en metodología de investigación y gestión ambiental, con un enfoque en sostenibilidad, además del criterio de juicio propio el cual es de gran interés para profesionales en el área de interés o conocedores de la situación en áreas de jurisdicción, tal como es el caso [18].

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inicialmente se debe resaltar que en el departamento de La Guajira el aprovechamiento de roca está ligado a una actividad económica de alta incidencia en el municipio de Distracción. La gama de productos que brinda la minería de caliza se representa en materiales para la construcción, metalurgia e industrias del acero y elaboración de productos químicos como barnices y recubrimientos [19].

A su vez, el proceso cualitativo permitió identificar las fases de producción para la explotación del recurso mineral, se ejecutan procesos bajos en tecnificación; con materiales rudimentarios como es el caso del pico y la pala, pero también maquinaria pesada de arranque, molienda y transporte, siendo el eje central los hornos calcinadores [20] resalta que la explotación artesanal a baja escala trae repercusiones en el ambiente no por la magnitud de producción diaria, si no por la consistencia de la actividad en el tiempo.

Figura 3. Ciclo productivo de la minería artesanal de caliza

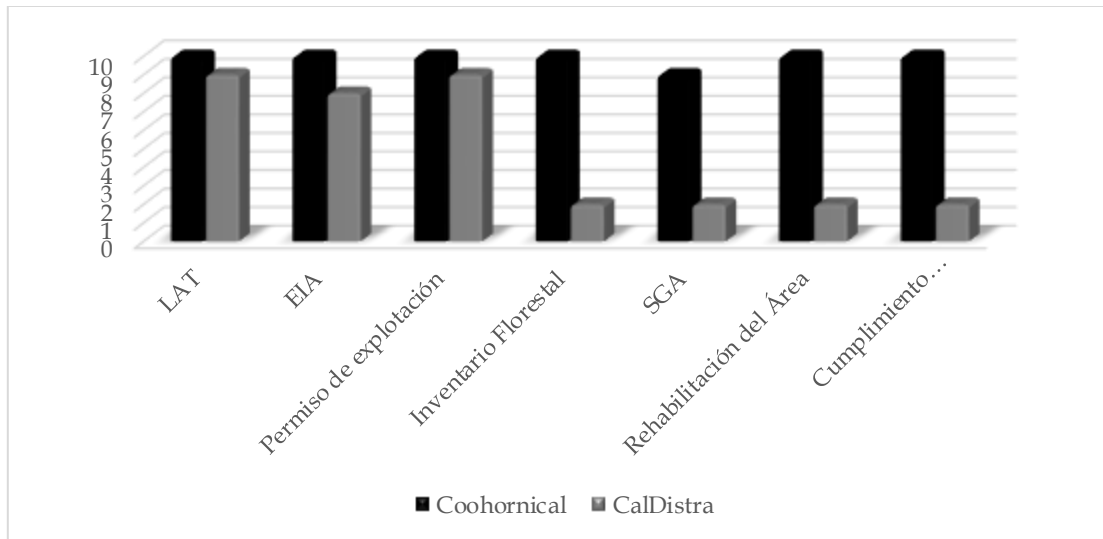


Fuente: Elaboración propia

Específicamente, las empresas Cohornical y CalDistra han intervenido ambientalmente en el cambio de las pendientes del suelo de manera directa, cambio físico que se da al momento de la extracción de la roca, generando alteración de las propiedades edáficas, el uso de leña induce a procesos de deforestación por tala de árboles, existe compactación y la erosión del suelo debido al uso de maquinaria, entrada y salida de vehículos.

Se pudo identificar con la aplicación del instrumento que existe una desarticulación de la producción de caliza con las normativas exigidas por el Ministerio de Ambiente; ya que cuentan con Licencia ambiental Temporal para su operatividad centran sus esfuerzos en la concesión completa de estas, pese a esto ambas empresas han implementado estrategias como el desarrollo de charlas para crear cultura ecológica y cumplir con las exigencias de la Corporación autónoma regional. La repercusión en el ámbito social se refleja en las oportunidades de empleo, dado que la mano de obra empleada es exclusivamente local. Después de la aplicación del instrumento, se pudo crear un paralelo en el cual se determina el nivel del conocimiento de las empresas en relación con algunos aspectos de evaluación y sustentabilidad ambiental, los aspectos son los siguientes: Licencia Ambiental Temporal (LAT); Evaluación de Impacto Ambiental (EIA); Permiso de Explotación; Inventario Forestal; Sistema de Gestión Ambiental (SGA); Rehabilitación de Área; Cumplimiento Normativo.

Figura 4. Evaluación de conocimiento en términos de sostenibilidad

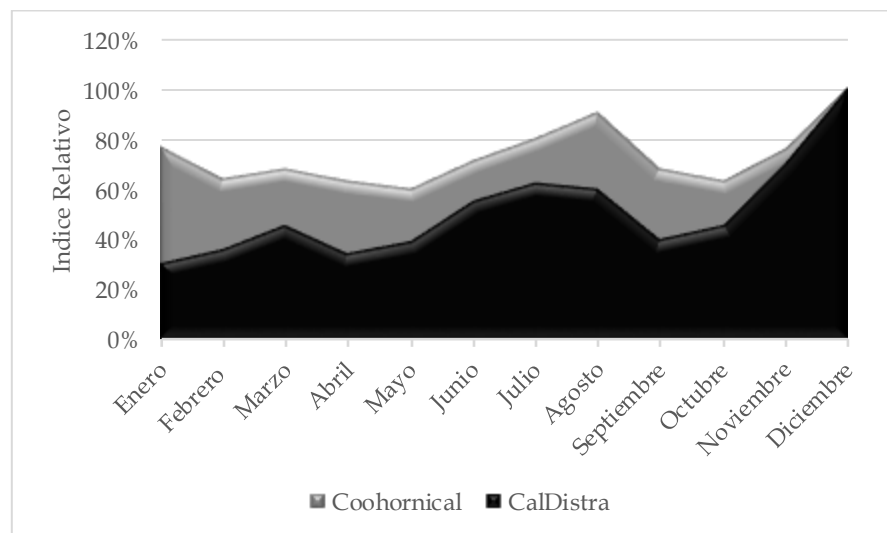


Fuente: Elaboración propia.

La determinación de los valores de la figura 4, se establecen unos criterios los cuales son: 0; Ausencia total de conocimiento, 2; Conocimiento insuficiente, 4; Conocimiento limitado, 6; Nivel moderado de conocimiento, 8; Alto nivel de conocimiento, 10; Absoluta comprensión. Por lo tanto, se concluye que en la empresa Cohornical se tiene un mayor conocimiento con relación a la evaluación de impacto ambiental y sostenibilidad de la producción [21].

En CalDistra y Cohornical se capta la materia prima de las formaciones en el Cerro San Luis, según [22] se estima que existe un área superior a las 3000 hectáreas de mineral, esto lleva a entender la importancia de visionar esta actividad al desarrollo sostenible para promover dentro del departamento de La Guajira producciones limpias naturalmente viables.

Figura 5. Producción de las empresas mineras en el año 2023.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 se puede observar la sostenibilidad económica de la actividad en el tiempo, también se evidencia que el centro minero Cohornical suele ser menos afectado por las temporadas de lluvias especialmente en los meses de septiembre – octubre, en esta gráfica está representado el mes con mayor demanda (100%) como punto de referencia, en este sentido, ambas empresas presentan la mejor demanda en fin de año (diciembre). Sin embargo, se debe tener en cuenta que Cohornical al ofrecer más variedad de producto abarca un público mayor, de hecho, esto le ha permitido poder ofrecer los productos a nivel nacional y visionar rutas, este aspecto concuerda con el estudio [23].

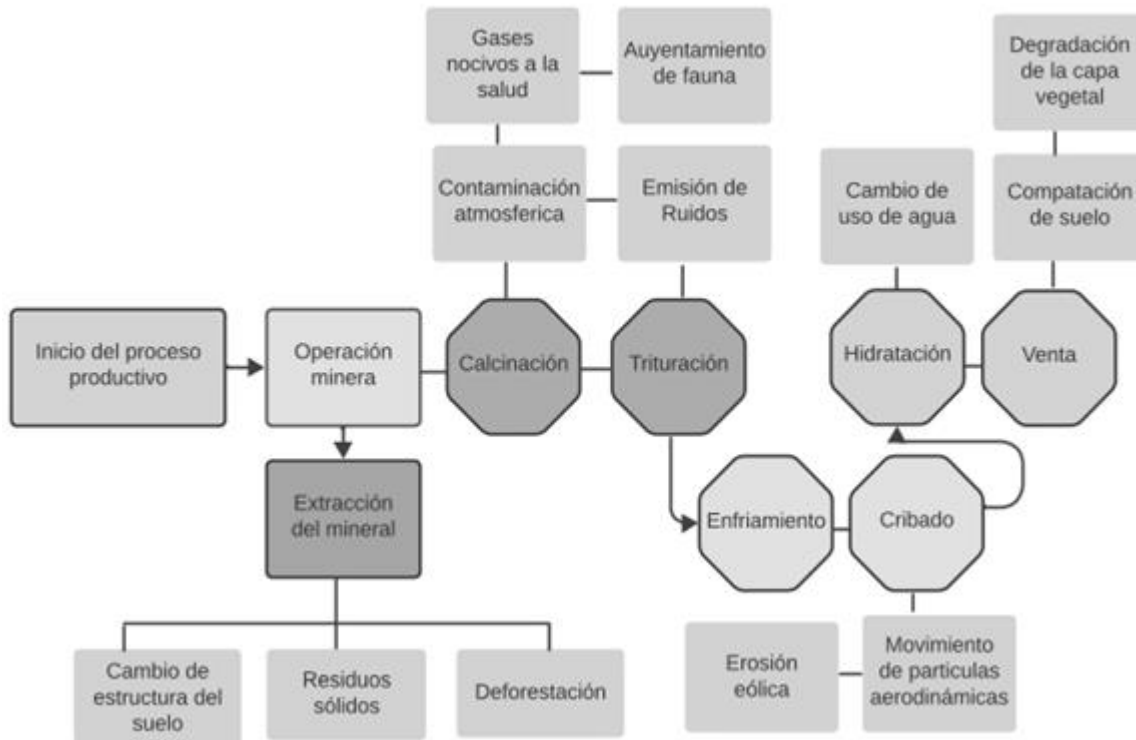
En materia de medidas de manejo ambiental la empresa Cohornical delimita algunos espacios internos de clasificación de residuos sólidos, reforestación con especies nativas con finalidad de crear senderos ecológicos esto para minimizar los impactos generados por la tala para alimentación de hornos, además, prohíbe la domesticación de animales y promueven el cuidado este en su hábitat silvestre. Pese a estas acciones son representativas es indispensable la articulación con los instrumentos de planeación territorial y la implementación de políticas públicas.

Además, concuerda en que uno de los impactos que se presentan en la minería de Cohornical, son los efectos sobre los ecosistemas, ocasionados por la modificación del suelo, la emisión de ruidos y las partículas emitidas al aire. En cuanto a las modificaciones al suelo, son evidentes ya que este se debe mantener desnudo para la extracción de la roca, generando una transformación en el paisaje, estas alternaciones son observadas a simple vista.

Dentro de los indicadores de problemáticas naturales se encuentra la generación del ruido debido a que no se aplican medidas para inhibir la afectación en las comunidades aledañas y evitar la alteración ecosistémica a algunas especies ocasionado por la reverberación en el suelo. [24] indica que el ruido ambiental en la fauna genera desorientación, agitación en la respiración y arritmia cardíaca cuando son expuestas a sonidos constante.

Con visualización teórica al reconocimiento y aplicabilidad de las acciones que permiten ejecutar y promover cambios importantes en el análisis para la reducción de los impactos negativos que repercuten en el ambiente, se proponen acciones de responsabilidad ecológica a las empresas para generar buenas prácticas ambientales e incrementar el compromiso en la producción de caliza que ayude a mantener un equilibrio ecológico y visionar la actividad minera al tan anhelado desarrollo sostenible local.

Figura 6. Problemas ambientales derivados de la minería de caliza.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Ficha propuesta para factor suelo

F1. Programa de conservación de suelos		
Objetivo	Desarrollar medidas de manejo para minimizar los impactos generados al factor suelo por la fase de extracción en el aprovechamiento de la caliza	
Responsables	-Empresas CalDistra- Cohornical - Ingeniero ambiental-técnico ambiental	
Actividad	Frecuencia	
Capacitaciones ambientales al personal de las empresas.	Bimestral	
Adopción de la política pública para manejo de suelos.	Trimestral	
Delimitación de polígonos de extracción	Semestral - compañía de la CAR	
Estudio de propiedades fisicoquímicas del suelo	Anual	
Seguimiento		
Frecuencia	Índice de desempeño	Registro
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> - Número de capacitaciones desarrolladas - Ficha de adopción de política pública para manejo de suelo - Planos de delimitación - Carpeta de estudio (línea base-mediano plazo) 	<ul style="list-style-type: none"> - Listado de asistencia y evidencias fotográficas de asistentes. - Radicado de adopción para políticas publicas - Bitácora de campo - Registro en informe

Figura 8. Ficha propuesta para factor aire

F2. Programa de emisiones de material particulado y gases generados		
Objetivo	Implementar acciones sostenibles para controlar la emisión de partículas en el factor aire	
Responsables	-Empresas CalDistra- Cohornical - Ingeniero ambiental-técnico ambiental- CAR	
Actividad	Frecuencia	
Riego de vías	2/3 semana	
Estudio de alternativas de hornos calcinadores con regeneración (Montaluisa,2008).	Anual	
Uso de EPP filtros adecuados- factor antrópico	Diario	
Uso de polisombras para evitar dispersión de partículas aerodinámicas	Semanal	
Seguimiento		
Frecuencia	Índice de desempeño	Registro
Trimestral- según lo amerite.	- Selección de estrategia - Número de empleados con EPP adecuados - Numeración de áreas dispuestas con polisombras	- Informe alternativas de calcinadores (estudio) - Evidencias fotográficas - Bitácora de campo

Figura 9. Ficha propuesta manejo de residuos sólidos

F3. Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos		
Objetivo	Aplicar operaciones de manejo y gestión integral de residuos siguiendo los lineamientos nacionales vigentes que en encaminen a la prevención, reducción y aprovechamiento de estos.	
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> - Ingeniero Ambiental- Empresas CalDistra- Cohornical - Funcionarios de la empresa recolectora. 	
Actividad	Frecuencia	
Clasificación adecuada de residuos Sólidos	Semanal	
Encuentros con las comunidades para jornadas de limpieza en áreas aledañas	Trimestral	
Convenio con la empresa recolectora	Anual	
Seguimiento		
Frecuencia	Índices de desempeño	Registro
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> - Número de recipientes clasificatorios dentro de la agencia y donados a las instalaciones portuarias. - Kilogramos totales de residuos sólidos obtenidos en cada jornada de limpieza. - Kilogramos totales de residuos sólidos obtenidos en cada jornada de limpieza y que pueden ser aprovechables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informes de control para los puntos donde se hagan las recolecciones. - Informes de control para los residuos generados por las embarcaciones. - Convenio establecido con la empresa recolectora. - Listado de residuos sólidos recolectados.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Ficha propuesta educación ambiental

F4. Programa de Educación ambiental		
Objetivo	Implementar estrategias de aprendizaje, que permitan generar conciencia ambiental en cada individuo que se relaciona con de forma directa o indirecta con las actividades.	
Responsables	- Empresas CalDistra- Cohornical	
Actividad	Frecuencia	
Capacitaciones ambientales al personal de la agencia	Semestral	
Encuentros con las comunidades	Trimestral	
Socializaciones en las instalaciones mineras	Semestral	
Seguimiento		
Frecuencia	Índice de desempeño	Registro
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> - Número de empleados de la mina capacitados. - Número de individuos comunitarios en asistencia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de control para registrar las personas con las que se socialice. - Evidencias multimedia de encuentros realizados. - Informes de control para darle seguimiento a las actividades realizadas.

Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES

Se concluyó que la explotación de roca caliza tiene un impacto significativo en el medio ambiente, destacándose la degradación física, química y biológica del suelo, además de las emisiones atmosféricas derivadas de gases nocivos y material particulado. Actualmente, las empresas involucradas operan bajo licencias ambientales temporales, pero carecen de un plan de gestión ambiental alineado con las directrices de la norma ISO 14001:2015, la cual establece pautas para alcanzar un equilibrio sostenible entre el medio ambiente, la sociedad y la economía.

Es fundamental que las empresas adopten políticas ambientales públicas, particularmente aquellas orientadas a la gestión sostenible del suelo. Estas acciones no solo son económicamente viables, sino que también fortalecen el marco normativo interinstitucional en el sector minero.

Finalmente, se concluyó que, si bien algunas organizaciones mineras han implementado charlas ecológicas durante sus horarios laborales, estas iniciativas deben complementarse con medidas concretas de manejo ambiental. Dichas acciones no solo persuaden a los colaboradores internos y a las comunidades aledañas, sino que también priorizan la prevención como estrategia clave para minimizar los daños desde su origen.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a La Universidad de La Guajira por su apoyo y financiación.

DECLARACIÓN DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- [1] Rodríguez de Ávila, U. (2006). El impacto del hombre en la naturaleza: una perspectiva desde la psicología ambiental y la economía. *Duazary*, 3 (1), 60-63. <https://www.redalyc.org/pdf/5121/512156334011.pdf>
- [2] Organización de Naciones Unidas (ONU). (2020). Desafíos globales, Cambio climático. <https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>
- [3] Pantoja Rodríguez, A. (2021). Medidas de manejo ambiental para la gestión integral de residuos sólidos de la sede administrativa el tomo del Parque Nacional Natural El Tuparro, Vichada, Colombia.
- [4] Bermúdez, M. P. V., Bohada, J. S. P., Ballén, N. C., Urrea, D., & Cañas, C. (2019). Influencia de la cuarta revolución industrial en Colombia. *Punto de vista*, 10(2) (16).
- [5] González-Hernández, I. J., Armas-Álvarez, B., coronel-Lazcano, M., Maldonado-López, N., Vergara-Martínez, O., & Granillo-Macías, R. (2021). El desarrollo tecnológico en las revoluciones industriales. *Ingenio Y Conciencia Boletín Científico De La Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 8(16), 41-52.
- [6] Comisión Colombia del Océano (CCO). (2015). Seaflower “Reserva de Biósfera Seaflower” <https://cco.gov.co/101-areas/asuntos-marinos/103-seaflower.html>
- [7] Cortés Mora, H. G. (2018). Estructuración de la sustentabilidad en la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia (Doctoral dissertation). <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64782>
- [8] Ramos Suárez, E., Muñoz, C., & Pérez, G. (2017). La gobernanza de los recursos naturales y los conflictos en las industrias extractivas: el caso de Colombia.
- [9] Corpoguajira (2020). Plan De Acción 2020 - 2023 La Sostenibilidad Ambiental, Un Compromiso De Todos. Corpoguajira. <https://corpoguajira.gov.co/wp/wp-content/uploads/2020/12/Plan-de-Accion-Institucional-2020-2023-La-Sostenibilidad-Ambiental-un-compromiso-de-todos.pdf>
- [10] Alcaldía Municipal de Distracción. (2012). Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres. http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/28337/PMGRD-DistraccionGuajira_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [11] Bossa-Benavidez, J., Meza, J. D., Ramos-Franco, D., & Cohen-Padilla, H. (2023). La

sostenibilidad en Colombia frente al desarrollo sostenible en el mundo. Una revisión bibliométrica para el análisis del entorno. *Revista Universidad y Empresa*, 25(44).

[12] Juvinao, DDL, Montero, MD y Pineda, KQ (2023). Problemáticas y medidas de manejo ambiental en una mina de agregados pétreos. *Prospectiva*, 21 (1), 56-66.

[13] Navarro, M., Piñero, R., Jiménez, P., & Mateo, V. (2022). Metodologías Participativas en la Formación del Profesorado: Análisis de Estrategias Didácticas Activas y Colaborativas. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, 16 (2), 53-70.

[14] Oláh, J., Aburumman, N., Popp, J., Khan, M. A., Haddad, H., & Kitukutha, N. (2020). Impact of Industry 4.0 on environmental sustainability. *Sustainability*, 12(11), 4674.

[15] Galarza, E., Kámiche, J., & Ruiz, J. (2021). Competitividad y sostenibilidad ambiental. En búsqueda de un desarrollo integral, 20, 201-232.

[16] Rivero Gracia, P., Aso Morán, B., & García-Ceballos, S. (2023). Progresión del pensamiento histórico en estudiantes de secundaria: fuentes y pensamiento crítico. *Revista electrónica de investigación educativa*, 25.

[17] Borjas García, J. E. (2020). Validez y confiabilidad en la recolección y análisis de datos bajo un enfoque cualitativo. *Trascender, contabilidad y gestión*, 5(15), 79-97.

[18] Rodríguez Medina, M. A., Poblano-Ojinaga, E. R., Alvarado Tarango, L., González Torres, A., & Rodríguez Borbón, M. I. (2021). Validación por juicio de expertos de un instrumento de evaluación para evidencias de aprendizaje conceptual. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22).

[19] López-Juvinao, D. D. (2010). Mucho más que carbón, el escenario minero de La Guajira. La Guajira, Colombia.

[20] Culqui Romero, M. A. (2017). Influencia de la calidad de las calizas para la producción de cal viva en la calera La Conga del caserío de Sogorón Alto Distrito de la Encañada, Cajamarca 2017.

[21] Fernández-Izquierdo, M. A., Muñoz-Torres, M. J., Escrig-Olmedo, E., Rivera-Lirio, J. M., & Ferrero-Ferrero, I. (2018). Las agencias de calificación de la sostenibilidad, impulsoras de la inversión socialmente responsable.

[22] López, D. (2016). Mucho más que carbón. El escenario minero de La Guajira. (1.a ed.). Grupo de Investigación contacto con la comunidad. <https://es.slideshare.net/elturcolopez/libro-sobre-mineria-en-la-guajira>

[23] Cotes, D., Correa, H., Ricardo, J., Soto, E., y Torres, D. (2018). Plan de manejo ambiental de la mina Hornical en el municipio de Distracción, La Guajira. *Revista Agunkuyâa*, 8(1), 60-73. <https://doi.org/10.33132/27114260.1230>

[24] Alfaro-Rojas, D., portugués-Brenes, I., Perdomo-Velázquez, H., & Vargas-Masis, R. (2020). Ruido ambiental en áreas verdes urbanas y periurbanas de una microcuenca en Heredia, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, 12(2), 419-432.