

## Responsabilidad Ambiental de una mina de agregados pétreos

### Environmental Responsibility of a Stone aggregates mine

María Angelica Ducat Montero



Karol Dayana Quiñonez Pineda



Danny Daniel López Juvinao



Universidad de la Guajira, Colombia

OPEN ACCESS

Recibido: 17/03/2022

Aceptado: 14/06/2022

Publicado: 28/09/2022

Correspondencia de autores:  
mducat@uniguajira.edu.co



Copyright 2020  
by Investigación e  
Innovación en Ingenierías

#### Resumen

**Objetivo:** Realizar un estudio sobre la responsabilidad de una mina de agregados pétreos en Riohacha, Colombia. **Metodología:** Se utilizó un enfoque descriptivo explicativo con un diseño de tipo no experimental. La población está compuesta por un gerente administrativo y 24 trabajadores del área productiva en la mina; para la recolección de la información fueron necesarias visitas de campo; de manera complementaria se aplicó un instrumento constituido dividido por 2 dimensiones y 7 indicadores enfocados a los aspectos pertinentes a la responsabilidad ambiental. Para la validez y confiabilidad del estudio se utilizaron criterios de expertos en materia ambiental. **Resultados:** Se obtuvo como resultado que la empresa dedicada a la explotación de agregados pétreos se rige por normas ambientales y aplica medidas de responsabilidad ambiental dentro de las cuales resaltan la minimización de uso de agua y la reforestación. Es decir que, la empresa centra sus esfuerzos en búsqueda de la responsabilidad ambiental. **Conclusiones:** La responsabilidad ambiental dentro de la empresa minera contribuye al desarrollo sostenible y de la mano de las normas ambientales garantiza una adecuada explotación de los recursos naturales.

**Palabras clave:** Desarrollo sostenible, Normas ambientales, Medidas de manejo, Recursos Naturales, Responsabilidad Ambiental.

#### Abstract

**Objective:** To carry out a study on the responsibility in a stone aggregates mine in Riohacha, Colombia. **Methodology:** An explanatory descriptive approach with a non-experimental type design was used. The population is made up of an administrative manager and 24 workers from the productive area in the mine. For the collection of information, field visits were necessary; In a complementary way, an instrument was applied, divided into 2 dimensions and 7 indicators focused on aspects pertinent to environmental responsibility. For the validity and reliability of the study, criteria of experts in environmental matters were used. **Results:** It was obtained as a result that the company dedicated to the exploitation of stone aggregates is governed by environmental regulations and applies measures of environmental responsibility within which the minimization of water use and reforestation stand out; In other words, the company focuses its efforts on the search for environmental responsibility. **Conclusions:** Environmental responsibility within the mining company contributes to sustainable development and, hand in hand with environmental regulations, guarantees an adequate exploitation of natural resources.

**Keywords:** Sustainable development, Environmental standards, Management measures, Natural Resources, Environmental Responsibility.

**Como citar (IEEE):** M. Ducat-Montero., K. Quiñonez-Pineda., y D. López-Juvinao. "Responsabilidad Ambiental de una mina de agregados pétreos". Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 10, n°2, 78-92, 2022. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.10.2.5704>

## Introducción

Actualmente, a nivel mundial, existe cierta demanda por la explotación de distintos minerales, el desarrollo de las actividades enfocadas a la minería puede traer beneficios; si se habla desde el ámbito económico, sin embargo, muchas veces el aprovechamiento de estos recursos naturales no se realiza de la manera más adecuada, por lo que se ven afectados los distintos factores biológicos y ambientales; es por ello que, se habla de un concepto que busca asegurar los recursos naturales y que de cierta manera impulse al equilibrio entre los ecosistemas que sin duda son indispensable en el equilibrio del planeta tierra. En efecto, después de varios estudios y conferencias ambientales se encuentra un concepto que busca equilibrio entre producción y manejo adecuado de los distintos factores ambientales para el goce de las generaciones futuras, este se denomina “desarrollo sostenible” y va de la mano con un conjunto de acciones complementarias que aplicadas pueden traer cambios significativos en las explotaciones industriales tradicionales [1].

En este orden de ideas, distintos países han centrados sus esfuerzos en potencializar el uso de los recursos naturales de una manera acertada, es así como, se han llevado a cabo distintas conferencias como la de Rio de Janeiro en el año 1992, donde se tomaron las primeras medidas encaminadas a evitar el deterioro del ambiente; puntualmente, se trataron aspectos centrados en el manejo de residuos, emisiones por industrias, biodiversidad, entre otros que simultáneamente buscan evitar el incremento del cambio climático [2]. Las actividades enfocadas a la explotación de recursos naturales durante décadas han estado categorizadas como una de las que más beneficios económicos trae, sin embargo, el acelerado uso de los recursos desencadena muchas problemáticas que afectan a nivel global, la repercusión de estas se evidencia en distintos fenómenos ambientales como la contaminación atmosférica, degradación de suelos, alteración de ciclos hidrológicos y un cúmulo de efectos ambientales negativos [3].

Por su lado, en América Latina la minería sigue siendo necesaria para el desarrollo de la sociedad e influyente en la economía, pero las políticas públicas y las normas que aplican en este territorio parecen no estar de la mano con el medio ambiente, esto se ve directamente en las devastaciones ecológicas que ha traído consigo la explotación de productos recursos usados con materia prima en distintas industrias [4]; es por esto que, se habla de la responsabilidad ambiental como una de las medidas que puede generar cambios y propone un cambio en la manera en que los distintos países Latinoamericanos plantean aspectos socio ambientales para el desarrollo que tanto se necesita en la actualidad. Sin duda alguna, Latinoamérica cuenta con muchos privilegios debido a su posición geográfica, es en este territorio donde se lleva a cabo la extracción a gran escala de distintos minerales como agregados pétreos, níquel, cobre, plata y oro, que simbolizan empleo y bienestar para distintos individuos [5].

Si bien es cierto, Colombia es un país con grandes riquezas naturales, eso lo lleva a enfrentar grandes retos de responsabilidad ambiental debido a que esta le podría servir de base para el tan anhelado desarrollo sostenible. Actualmente, los productores de agregados pétreos en el país utilizan como materia prima rocas, generalmente calizas y areniscas, y aunque, estas se pueden encontrar en grandes cantidades, es necesario promover el aprovechamiento de los recursos mineros dentro del concepto integral de sostenibilidad ambiental y fortalecimiento socioeconómico del país. La explotación de este tipo de material está directamente relacionada con materiales para construcción [6].

En este sentido, en Colombia existen muchos procesos de minería informal que no cuentan con los requisitos legales pertinentes para estar en operación, por lo que se ven problemas ambientales grandes que muchas veces incluso llegan a ser irreversibles; uno de los inconvenientes más graves es la contaminación a cuerpos hídricos, la afectación a las aguas subterráneas y la transformación del paisaje [7], por lo que,

se hace necesario el uso de herramientas innovadoras que vayan de la mano con el ambiente y que de cierta manera ayuden al país a crecer de una manera adecuada; es así como, la responsabilidad ambiental se presenta como una de las principales herramientas para alcanzar el desarrollo sostenible, esto se ve influenciado en todas las acciones que se pueden aplicar para evitar el daño de estos recursos, el principal enfoque de esta herramienta es el respeto ambiental y el uso racional de todos los recursos.

De igual forma, el departamento de La Guajira es privilegiado por poseer grandes minerales aptos para su explotación, dentro de los cuales se destacan la sal, el carbón y materiales de construcción, además de otros minerales encontrados a partir de estudios exploratorios realizados por el Servicio Geológico Colombiano – SGC, que permitieron evidenciar presencia de oro, cobre, mineral de hierro, yeso, barita y magnetita en el territorio departamental [8]. Por esto, es de gran importancia realizar estudios de responsabilidad ambiental sobre todo en el departamento de La Guajira, que cuenta con muchos minerales que son usados como materias primas para la producción y fabricación de materiales destinado para actividades de construcción.

Así mismo, la responsabilidad ambiental es objetiva, es decir, que no solo involucra valores sociales de sentido común, sino que también implica toda esa normativa asociada que aplica para las personas naturales o jurídicas, esto con el fin de evitar cualquier impacto negativo al medio ambiente, es decir que, funciona como una matriz conjunta donde quien produce la alteración al medio debe reparar el daño causado; es así como, se llega a la aplicación de normas y leyes que se sustentan en la constitución [9]. Evidentemente, todas las acciones que encierra la minería de agregados pétreos traen consigo graves consecuencias a los componentes naturales y hacen necesaria la implementación de la responsabilidad ambiental a través de acciones que busquen la minimización de impactos ambientales negativos están pueden estar directamente relacionados con las medidas de manejo ambiental, que son importantes dentro del ámbito de la gestión ambiental [10].

Sin duda, la responsabilidad ambiental se fundamenta en el reconocimiento del ambiente como un bien colectivo y, se centra en un accionar coherente entre la productividad y el equilibrio ambiental; se debe resaltar que, busca una compensación a los daños producidos al ambiente a través de acciones correctivas que inquieren la restauración total o parcial del área afectada, dentro del sector productivo. La responsabilidad ambiental hace que infractor modifique o cese las actividades que puedan representar un peligro para los ecosistemas [11].

Por otra parte, es de gran interés mencionar que, la responsabilidad ambiental posee un conjunto de implicaciones que tienen como objetivo principal asegurar que se lleven a cabo acciones que puedan aportar a una adecuada gestión ambiental, se presentan por ejemplo: el adecuado tratamiento de los residuos, la prevención de los posibles daños o impactos ambientales que pueden derivarse de cualquier proyecto, obra o actividad, el estímulo y desarrollo de la eficiencia, la maximización de los posibles beneficios ambientales dentro de las actividades productivas y, en general, la utilización de recursos naturales pertinentes. Es indispensable, para lograr este objetivo, ir de la mano con las normas ambientales que sin duda alguna ayudan a llevar una buena gestión ambiental [12].

De tal manera que, para poder conseguir la responsabilidad ambiental se debe tener en cuenta la parte legislativa, especificar las normas ambientales que, para el caso particular de Colombia, se basan en la evaluación económica, la eficiencia y la equidad. Estos tres factores aportan argumentos suficientes para justificar la adopción de políticas y regulaciones que de una manera determinada ayudarán a plantear las acciones de protección ambiental y darle el rigor merecido a las políticas ambientales que están sujetas a favorecer el desarrollo de la biodiversidad, controlando la contaminación [13]. Dentro de las actividades

mineras, el cumplimiento de las normas ambientales y la competitividad de una manera idónea pueden generar beneficios económicos y ecológicos, por tal motivo, la legislación dentro de la actividad minera va en busca de la conservación de los recursos minerales y, la mitigación y control de los impactos ambientales que son producidos por la extracción, uso y manejo de estos [14].

Si bien es cierto, cuando se habla de las medidas de responsabilidad ambiental se debe considerar un conjunto de acciones que sirven como instrumentos de control social empresarial que buscan contribuir a la conservación del medio ambiente y protección de los recursos naturales, de cierta manera, ayudan a constituir sistemas jurídicos ambientales en función de las actividades que sean llevadas a cabo en zonas productivas; con este tipo de medidas se busca conseguir un equilibrio entre lo económico y lo ambiental que de cierta manera ayudará a la supervivencia de la humanidad. Este tipo de medidas son muy aplicables para actividades mineras que, de cierta manera, pueden ocasionar impactos negativos en el entorno [15].

En este sentido, se puede sostener que, una de las medidas de responsabilidad ambiental es el uso de las energías alternativas, consideradas como una de las más grandes estrategias para disminuir los impactos ambientales; este tipo de energías se han dinamizado en muchos países y a modo general se han planteado proyectos enfocados a la generación eléctrica a través de otras fuentes no tan convencionales o comunes; existen diferentes tipos de energías dentro de las cuales se pueden encontrar la eólica, solar, oceánica, mareomotriz y geotérmica [16].

En este orden, cuando se realizan actividades enfocadas a la minería se puede lograr potencialmente el desarrollo económico, pero se ve la necesidad de concebir acciones amigables con el ambiente [17]; en la empresa minera de agregados pétreos se hace necesario mantener un equilibrio entre lo económico y lo ambiental, esto se puede lograr con la responsabilidad ambiental que constituye un vehículo estratégico por medio del cual se hacen compatibles las expectativas de los accionistas con las expectativas de los demás grupos de interés por el valor agregados que puede llegar a tener la sociedad simplificada.

Simultáneamente, la necesidad de aplicar procesos de responsabilidad también se da por todas aquellas consecuencias de la explotación de agregados pétreos, es decir ciertos procesos productivos generan implicaciones ambientales, caso puntual el de las emisiones atmosféricas que sin un manejo adecuado podría generar grandes afectaciones al medio, simbolizando no solo un peligro para los agentes ambientales si no también para el personal encargado de realizar labores dentro de la empresa minera, es por esto que, se demuestra que la responsabilidad ambiental es un instrumento que planea acciones ecoeficientes y que potencializa el nivel de compromiso con el que las empresas llevan a cabo todas las actividades enfocadas a la producción [18].

Particularmente, las explotaciones de agregados pétreos pueden traer afectaciones al suelo esto es debido a que la materia prima es extraída de formaciones de roca y para explotar este tipo de material se debe tener en cuenta su clasificación y minerales que los forman [19], por lo cual, es necesario aplicar procesos de responsabilidad ambiental que aseguren un equilibrio en los procesos de formación de suelo y a su vez salvaguarda en los procesos edáficos para no afectar la calidad del suelo y poder aplicar procesos en los cuales se pueda hacer restauración de la capa vegetal.

Ahora bien, cuando en los procesos de minería no se tienen en cuenta acciones de responsabilidad ambiental, se pierde el enfoque la visión hacia una sostenibilidad y se incurre en el agotamiento de los recursos naturales progresivamente, si esto se da, incluso se pueden ver afectadas las fuentes de materia prima de la organización ya que hacer un uso desmedido de un recursos significaría la pérdida de este [20]. Es por esto que, la sostenibilidad es un término claro al cual deben estar enfocadas la empresas dedicada



a la explotación de agregados pétreos ya que de cierta manera esto impulsará a un adecuado manejo de recursos que de la mano de la responsabilidad ambiental podrían traer mejores resultados.

Finalmente, el proceso de evaluación ambiental se debe aplicar a cualquier proyecto enfocado a la minería que genere efectos significativamente adversos para el medio ambiente; sin embargo, se estima que los cambios que se generen por acción de los mismos sean reparados, compensados o mitigados mediante mecanismos diversos a la responsabilidad ambiental que la propia y los reglamentos o leyes que los amparen [21], lo que de cierta manera resalta la importancia de la aplicación de acciones ambientales que impulsen al cuidado del ambiente y al equilibrio de los ecosistemas que se encuentran en las zonas aledañas de incidencia.

## **Metodología**

El estudio se realizó en una mina que está ubicada en el departamento de La Guajira (Colombia). Es importante mencionar que esta se encarga de la explotación de agregados pétreos. El tipo de investigación que se aplicó es descriptiva explicativa, que es aquella comúnmente utilizada cuando no existe información sobre algún tema en específico, la cual consiste en describir y explicar, identificando núcleos temáticos, criterios de selección, fichas descriptivas y realizando abstracción de estas para su desarrollo [22].

La investigación también es no experimental, y así, se realizaron observaciones en el lugar de explotación para ver el nivel de compromiso ambiental de la organización minera. Un diseño no experimental, es aquel que se da “sin la intervención directa del investigador, es decir; sin que el investigador altere el objeto de investigación”. Se basa exactamente en la observación de fenómenos o problemáticas de la forma natural en que estos son producidos, para después proceder a analizarlos [23].

De esta manera, se realizó un estudio de responsabilidad ambiental enfocado a la aplicación de normas ambientales, para identificar las medidas de manejo ambiental. Se recolectó información base que ayudó a lograr el objetivo. Es de gran interés realizar este tipo de estudios en el departamento de La Guajira ya que ayuda a promover integralmente al desarrollo sostenible, sin inhibir la explotación adecuada de minerales, caso puntual los agregados pétreos.

Respecto a lo anterior, se hizo necesario escoger una población y muestra, la del presentes estudio se encuentra conformada por un gerente que se encarga de actividades asociadas a la normatividad y organización de las actividades que se desarrollan dentro de la empresa en el área administrativa; y por otro lado, hay 24 trabajadores encargados de distintos procesos, tales como las operaciones unitarias de arranque, carga, transporte, entre otras, que son de gran importancia para la puesta en marcha de la productividad. Se identifica cada uno de los roles activos porque pueden ayudar a encontrar y aplicar estrategias asociadas al componente ambiental que impulsen al desarrollo local sostenible.

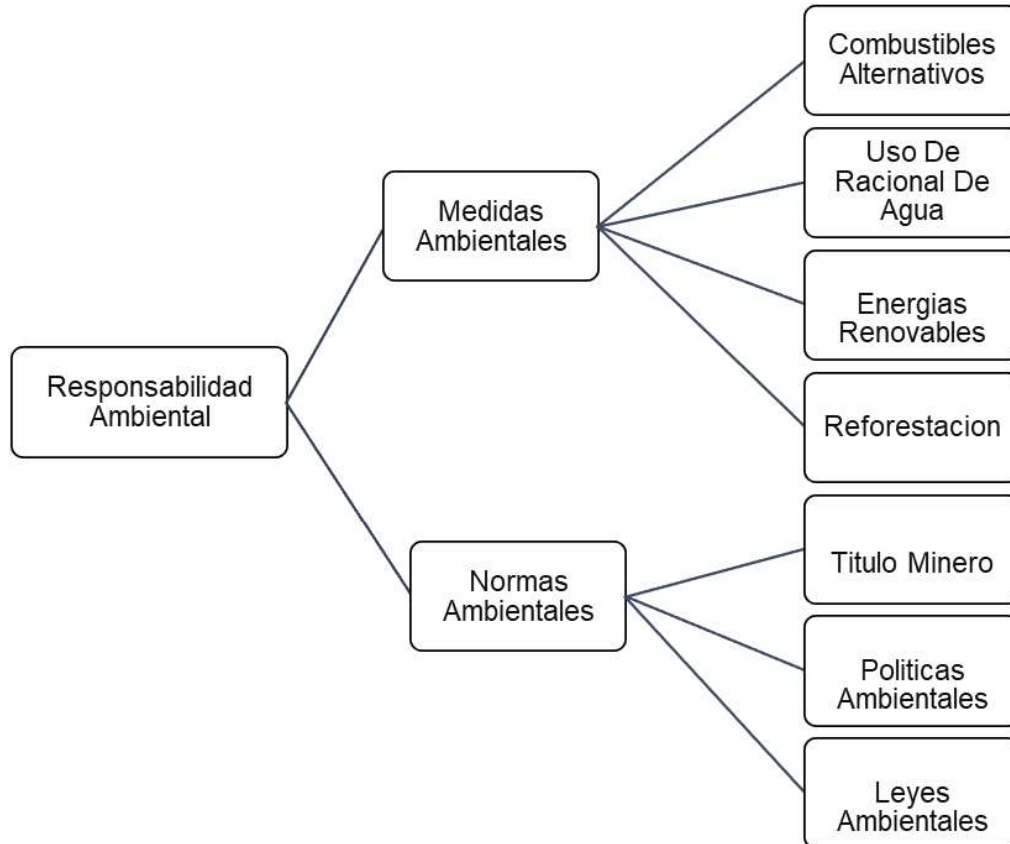
TABLA 1. CATEGORÍA LABORAL Y NÚMERO DE TRABAJADORES EN LA EMPRESA MINERA

Categoría laboral	Número de trabajadores
Ingeniero Civil-jefe de producción	1
Supervisor de Obra	1
Supervisor de Campo	1
Operador de Planta de Asfalto	1
Auxiliares de Planta de Asfalto	3
Operador de Planta Trituradora	1
Auxiliares de Planta Trituradora	2
Conductores de Volqueta	4
Operador de Carga	1
Operador de Retroexcavadora	1
Laboratorista	1
Auxiliar de Laboratorio	1
Mecánico de Máquinas	1
Auxiliar de Mecánico	1
Electricista	1
Soldador	1
Vigilantes	2
Total	24

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las fuentes primarias y secundarias de información, fue de gran importancia la realización de las visitas técnicas en campo porque se pudo evidenciar las acciones de responsabilidad ambiental. Se aplicó un instrumento dentro de la zona de estudio, cuya estructura consta de 2 dimensiones y 7 indicadores (Figura 1), enfocados a los factores ambientales que pueden ser impactados negativamente por la explotación de agregados pétreos. Las fuentes de información secundarias se basaron principalmente en las referencias bibliográficas (libros, revistas y artículos científicos).

Figura 1. Esquema de responsabilidad en la empresa minera de agregados pétreos



Fuente: Elaboración propia

En relación con lo anterior, las inspecciones en campo que se realizaron fueron ideales para identificar que normas ambientales cumple la empresa de agregados pétreos; además de esto, se evidencia el paralelo que existe entre las medidas ambientales y las actividades productivas. Es de gran importancia resaltar que, no fue necesario el uso de procedimientos estadísticos formales, si no que se realizó una revisión exhaustiva de las normas aplicables al enfoque ambiental y el cumplimiento de estas dentro de la organización minera.

Por su parte, para la validez y confiabilidad del instrumento que fue empleado dentro del estudio, se realizó un análisis minucioso en el cual se corroboró la veracidad de este en la recolección de la información requerida, ya que fue indispensable para alcanzar el objetivo planteado, en este sentido, se utilizó un alto grado de síntesis y objetividad en relación a los procesos productivos llevados a cabo en la empresa minera. Cabe resaltar que, se tuvieron en cuenta todas las acciones que generaran impactos ambientales, bien fueran positivos o negativos. Complementario a esto, se realizaron consultas técnicas a personal conocedor en metodología de la investigación y de manera simultánea se realizó una verificación con expertos en materia de minería.

## Resultados

Dentro de las actividades que se realizan en la empresa minera encargada de la explotación de agregados pétreos, existen un conjunto de implicaciones ambientales que pueden generar daños a los distintos factores del entorno, por tanto se hace indispensable que en la organización, ubicada en departamento de La Guajira, se implementen acciones de responsabilidad ambiental.

Conforme a lo planteado, se obtuvo como resultado que la empresa minera realiza acciones de responsabilidad ambiental las cuales van de la mano con todas aquellas reglas que exige la corporación autónoma regional. Con la revisión exhaustiva de la normativa fue evidente que actualmente realizan procesos de gestión ambiental conforme lo exige la normatividad de La República de Colombia. Si bien es cierto, todo esto es complementado con la aplicación de medidas de responsabilidad ambiental que demuestran el compromiso de la empresa con el cuidado de los recursos naturales que simbolizan un papel indispensable en función de la materia prima.

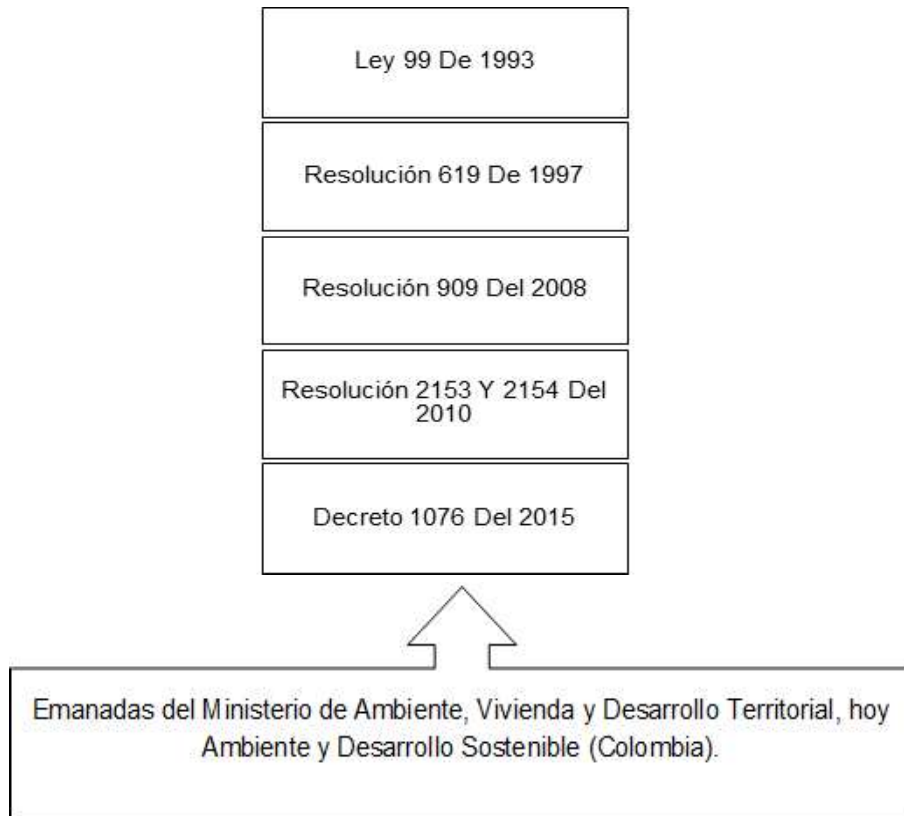
Por otra parte, es de gran importancia resaltar en la empresa minera en cuestión, funciona como una sociedad de acciones simplificadas, por tanto, se hace necesario como primer requisito el registro mercantil que pueda sustentar la razón social de dicha organización. En la revisión, se evidencia el respaldo la ley 1258 del 2008, lo que le permite llevar a cabo sus actividades de producción frente a la cámara de comercio; de otro modo, se sostiene que el cumplimiento de la normativa ambiental brinda mayor competitividad a las organizaciones y simboliza unos de los mayores criterios para conseguir un buen desarrollo de las actividades mineras [24].

Siendo así, se observan ciertas falencias en materia de políticas públicas ambientales, es decir, la empresa solo aplica la política pública de la calidad de aire, es así como, la aplicación de un conjunto de políticas públicas ambientales fortalecen los procesos de planeación y protección frente a los recursos naturales [25], lo que puntualiza la importancia de implementar políticas asociadas a los factores: agua y suelo, que simbolizan la fuentes de materias primas para el desarrollo de las actividades, por tanto, una buena ejecución de estas acciones en la mina, logran cambios significativos a favor del medio ambiente sin afectar la línea de producción civil que maneja actualmente la empresa que se encarga de la explotación de agregados pétreos.

Por consiguiente, para lograr una responsabilidad ambiental completa, la organización de agregados pétreos debe velar por salvaguardar un recurso clave como lo es el agua. Para el uso del recurso líquido, la empresa se rige por la ley 373 de 1997, esto se ve reflejado por su adopción al programa uso eficiente y ahorro de agua; sin embargo, para el abastecimiento de este recurso la empresa lo compra, el propietario cuenta con un pozo subterráneo y posee concesión de agua subterránea otorgada por Conagua; en el estudio [26], sostienen que existen medidas para evitar el uso desmedido del agua y enfatizan en que es un factor indispensable para llevar a cabo las actividades enfocadas a la minera, sin embargo, mencionan que no se le brinda un adecuado uso lo que podría colocar en riesgo a las generaciones futuras .

Particularmente, en Colombia existe un plan nacional de restauración que es instrumento de implementación de la Política Pública Ambiental, en donde se busca salvaguardar la integridad de los ecosistemas naturales degradados y se resalta la importancia de sus servicios ecosistémicos, para facilitar a los diferentes actores sectoriales elementos conceptuales y técnicos para abordar los procesos de gestión ambiental en las actividades mineras [27].

**Figura 2. Normativa aplicada en materia de gestión ambiental en la empresa minera de agregados pétreos**



**Fuente:** Adaptado de Ministerio de Desarrollo Sostenible (2020).

De acuerdo a lo anterior, la empresa minera de agregados pétreos es consciente de que todas las actividades correspondientes a la exploración o explotación de cualquier recurso natural, debe realizarse a través del marco legal minero; en este caso, con el otorgamiento de un título minero que le confiera la potestad de llevar a cabo sus actividades, como una asociación responsable que actúa dentro de la normativa exigida. Es de gran interés para la empresa constituir, declarar y probar concesiones mineras para realizar por cuenta propia estudios y trabajos de obras enfocados a la explotación de minerales no metálicos.

Por tanto, la responsabilidad ambiental dentro de la empresa minera de agregados sigue siendo visionada por medio de acciones, bien conocidas como medidas de responsabilidad ambiental. En las visitas realizadas se evidenció que para la aplicación de estas se hace necesario destinar cierto porcentaje económico y esto se valida en que la implementación de algunas de ellas puede significar alto potencial económico, siendo así [28], sostiene en su estudio que las acciones a favor del ambiente en las actividades mineras son necesarias y que de cierta manera una de las más importante es el uso racional de alguna y la visión hacia los combustibles no convencionales que son muy utilizados para todos los procesos mineros.

Si bien es cierto, existen un sin número de acciones, como resultado de esta investigación se puede resaltar que las aplicables a la empresa de agregados pétreos son específicamente la regulación de los recursos naturales, los cuales son salvaguardados con la aplicación de procesos de reforestación, los cuales, sin duda alguna, son papel importante para evitar la pérdida de hábitat en las zonas de incidencias, [29] también demuestra que la implementación de planes de reforestación cumple con dos objetivos dentro del marco ambiental: el primero es contribuir al mejoramiento de la calidad ambiental del área, es decir,

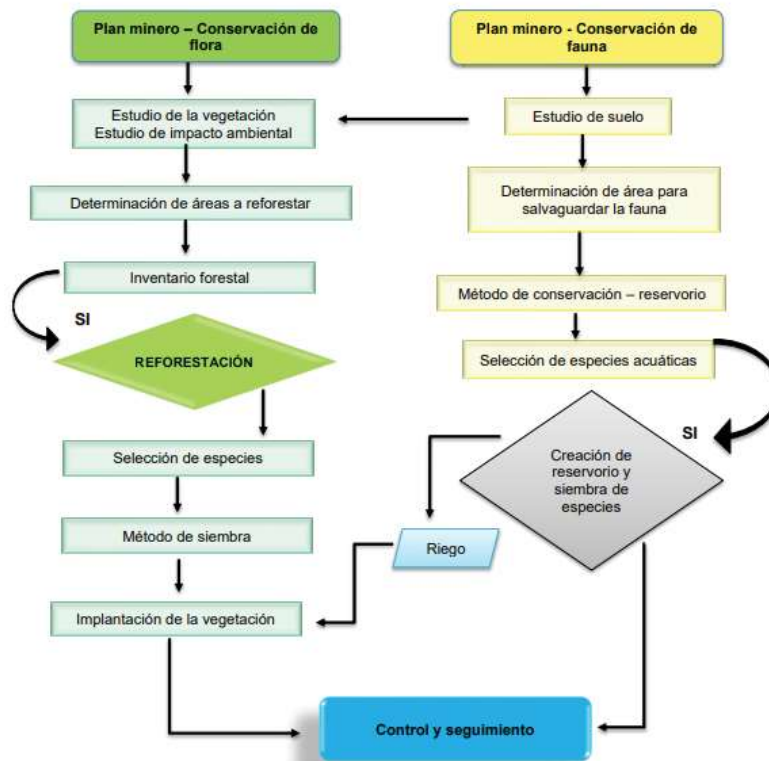
cambiar en manera de lo posible las condiciones iniciales del territorio donde se encuentran establecidos; y como segundo objetivo, minimizar los impactos ambientales que producen las actividades mineras.

En relación con lo anterior, también se observó que aplican medidas encaminadas al uso de combustibles alternativos y energías renovables. Actualmente, la empresa para abastecer su maquinaria utiliza Diesel, el cual hasta el momento le parece rentable para las actividades que se desean, las acciones que aplican básicamente para ahorrar combustible; principalmente se enfocan en un sistema de tanques de almacenamiento los cuales trabajan de manera conjunta con una cuenta galón y uno de surtidores; es así como, ellos llevan el conteo de cuanto combustibles demandan para operación.

Por otra parte, el resto de equipo son eléctricos, con el fin de buscar equilibrio y cumplir con las acciones de responsabilidad ambiental de la empresa minera dedicada a la explotación de agregados pétreos; además de esto, se instaló un sistema de condensadores para disminuir toda la energía reactiva que los equipos pueden generar durante la operación productiva, es una acción que apenas se está implementado y que se espera que tenga buenos resultados puesto que estas acciones se encuentran dentro del marco una dinámica más amigable con el medio ambiente.

Finalmente, se evidencia en a lo largo del estudio que la empresa de agregados pétreos ha logrado impactar positivamente con diferentes acciones, implementando a favor del medio ambiente; una de ellas es la creación de un reservorio que tiene funciones amplias una de ellas es la conservación del agua y uso de esta para procesos de riegos. Cuando se usa cierto volumen del agua de este reservorio se están disminuyendo costes por concepto de compra de agua. También, se llega a descifrar que la acción que más implementan en la reforestación que es para la que más recursos económicos destina la empresa.

Figura 3. Acciones para conservación y preservación de fauna y flora en la mina de agregados pétreos



Fuente: Elaboración propia

Respecto, a las acciones de seguimiento y control que se realizan dentro de la empresa minera se llegan a entablar un conjunto de relaciones las cuales se dan entre productividad y competitividad, estos se hace interesante cuando se vincula la responsabilidad ambiental, ya que se observó con la información obtenida que la mayoría de los trabajadores conocen la importancia del trabajo equipo, lo cual es una ventaja para aplicar medidas de manejo ambiental en la mina.

Po otra parte, los impactos ambientales negativos que genera la empresa durante los procesos productivos están relacionados con distintos factores; el de mayor incidencia está enfocado hacia la fluctuación en el factor atmosfera, sin embargo, la empresa implementa acciones para que estos sean mínimos o moderados. A este se le agrega modificación del paisaje dentro de las instalaciones para el acoplamiento de las distintas zonas productivas; [29] sostiene que cuando se generan grandes cantidades de partículas se incurren en afectaciones a la salud directamente a los pulmones de los trabajadores que se encuentran directamente relacionados con el tipo de actividad que lo genere.

Así mismo, la empresa minera de agregados pétreos está centrada en el uso mínimo del agua; esto es debido a que, ellos no cuentan con una fuente cercana de abastecimiento, lo que hace que este elemento sea optimizado al máximo, de esta manera la empresa se ve obligada a comprar este recurso, en un área en donde se encuentra un asociado que posee un pozo que está debidamente certificado y con permiso; para poder transportarlo utilizan carrotanques los cuales son distribuidos en las actividades previamente planificadas, [30] sostiene que para todo proyecto minero es esencial el uso de los cuerpos de agua, aún más cuando la disponibilidad y calidad de este recurso cada vez es más restringido; el agua juega un papel fundamental en la mayoría de las operaciones que se llevan a cabo en la industria minera.

Es necesario resaltar que, un mal uso de las fuentes hídricas por parte de la actividad minera puede provocar afectaciones como la alteración de la dinámica fluvial por variaciones del perfil al modificar el relieve propio trazado de los ríos a través de excavaciones para extracción de arena o minerales, permitiendo así el aumento de la peligrosidad de posibles inundaciones o también por el aumento de la carga de fondo o suspendida y la adición de partículas sólidas a la corriente. Otra afectación que se puede presentar son las alteraciones en el régimen hidrogeológico, provocado por las variaciones en el nivel freático y en el régimen de recarga, y por las modificaciones en el flujo subterráneo ya sea por barreras, drenajes inducidos, infiltración restringida o favorecida, compactación del suelo del cuerpo hídrico, modificaciones en el relieve y así mismo otros factores que provocan el deterioro del recurso hídrico [31, 32].

Es de gran interés mencionar que, dentro de los resultados se encontró que existen distintas actividades que pueden afectar las condiciones del medio, y que la de mayor envergadura es la emisión del material particulado, sin embargo, dentro del plan de manejo ambiental de la empresa se establecen acciones para mitigar los impactos de estas actividades; lo que de cierta manera posiciona a la empresa dentro de un rango positivo de responsabilidad ambiental. Para que la empresa pueda mejorar en estos procesos es necesario que continúe con las acciones aplicadas hasta el momento y preservar la idea de visionarse hacia un desarrollo sostenible.

Figura 4. Acciones de responsabilidad ambiental en las cuales invierte la empresa minera de agregados pétreos



Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se pudo llegar a las siguientes conclusiones: 1) El estudio muestra que las actividades mineras pueden traer grandes consecuencias en los recursos naturales si no se realiza de una manera responsable, en este sentido se hace necesario que se apliquen procesos los cuales vayan en busca de un equilibrio entre minería y medio ambiente; 2) La empresa minera encargada de la explotación de agregados pétreos lleva a cabo medidas de responsabilidad ambiental dentro de las cuales están los procesos de reforestación que ayudan a mantener procesos ecológicos necesarios como la conservación de hábitat y procesos evolutivos edáficos; 3) Se hace necesario que la empresa visiones el uso de energías renovables para poder equilibrar todos los procesos de producción, es imperioso resaltar que la inversión inicial en este tipo de energías es alta sin embargo, a largo plazo es beneficioso; 4) Se evidencia que la empresa fomenta la educación ambiental de los empleados, para esto brindan espacios en los cuales se le da a conocer toda la normatividad ambiental y los procesos necesarios para mantener una buena producción enfocada a el desarrollo sostenible, además se educan en valores y en mantener una armonía laboral; 5) En materia de responsabilidad ambiental la empresa va por muy buen camino ya que las medidas aplicadas traen impactos positivos que ayudan a que la empresa minera no sufra sanciones ambientales por parte de las autoridades ambientales competentes; 6) El instrumento aplicado en este estudio resultó ser bastante favorable ya que ayudo a obtener resultados claro y concisos.



Se recomienda que la empresa a medida que se va actualizando el marco normativo Colombiano, específicamente de carácter ambiental, también continúe a la par con ello, informándose de nuevas normativas que cobijen sus actividades productivas con las acciones implementadas para proteger el medio ambiente, porque a pesar que actualmente cuenta con un marco normativo ambiental acorde a sus actividades, nunca es suficiente cuando se trata de cuidar al medio ambiente, y existe un amplio campo por abarcar, además es muy importante que la empresa minera de agregados pétreos, no descienda sus niveles de compromiso con el medio ambiente y siga trabajando de la mano de la responsabilidad ambiental.

## Referencias bibliográficas

1. C. Ruíz Ramírez, D. Montoya Quintero., y J. Jiménez Builes, "Un Ambiente visual integrado de desarrollo para el aprendizaje de programación en robótica", *Investigación e Innovación en Ingenierías*, Vol. 9 Núm. 1., 2021. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.9.1.3957>
2. N. Días Dragos y M. Ramos Gálvez. (Rio de Janeiro y la Exposición del Centenario de la Independencia en 1922. *Revista journals OpenEdition*, Vol. 3 Núm. 1., 2017. DOI: [doi.org/10.4000/alhim.5684](https://doi.org/10.4000/alhim.5684).
3. R. Hernández Omar. Identificación de problemáticas ambientales en Colombia a partir de la percepción social de estudiantes universitarios localizados en diferentes zonas del país. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 31(3), 293-310., 2015. DOI: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992015000300009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992015000300009&lng=es&tlng=es)
4. R. Vianna Ríos. Mining in latin america and the caribbean, a socioenvironmental approach. *Rev. udca actual. divulg. cient.* vol.21 no.2., 2018. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1066>
5. CENTRO NACIONAL DE PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO -CEPLAN-. Plan Bicentenario. El Perú hacia el Siglo XXI. (Perú). 265p. 2011. Disponible desde Internet en: [https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/plan\\_bicentenario\\_ceplan\\_index.pdf](https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/plan_bicentenario_ceplan_index.pdf).
6. Ministerio de Ambiente y Vivienda Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas - PNR. Ministerio De Minas Y Energía, & Ministerio Del Medio Ambiente. (s.f.). 3 Guía minero ambiental - Beneficio y transformación, 2015. [https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/865/3/3%20Gu%C3%ADA%20minero%](https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/865/3/3%20Gu%C3%ADA%20minero%20)
7. O. Vargas Ríos. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA: BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221-246., 2011. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319028008017>.
8. Unidad de Planeación Minero-Energética- UPME. Informe Departamental Minero La Guajira., 2017. [http://www1.upme.gov.co/simco/CifrasSectoriales/EstudiosPublicaciones/Informe\\_Minero\\_UPME\\_2017.pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/CifrasSectoriales/EstudiosPublicaciones/Informe_Minero_UPME_2017.pdf).
9. A. Senior, M. Narváez, G. Fernández., & J. Revilla. Responsabilidad ambiental: factor creador de valor agregado en las organizaciones. *Revista de Ciencias Sociales*, 13(3), 2007. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S131595182007000300009&lng=es&tlng=en](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131595182007000300009&lng=es&tlng=en)
10. F. Estenssoro., & E. Devés. Antecedentes históricos del debate ambiental global: Los primeros aportes latinoamericanos al origen del concepto de Medio Ambiente y Desarrollo (1970-1980). *Estudios Ibero-Americanos*, 39(2), 237-261., 2013. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134630604003>.
11. Vásquez A, A. La responsabilidad por daños al ambiente. *Gaceta Ecológica*, 73,45-62., 2004. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53907305.pdf>

12. Núñez, G. La responsabilidad social corporativa en un marco de desarrollo sostenible medio ambiente y desarrollo. Cepal., 2003. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5779/1/S0310754\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5779/1/S0310754_es.pdf).
13. A. Ibáñez., & E. Uribe. La política ambiental en Colombia durante los últimos 35 años., 2005. [https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/909/Co\\_Eco\\_Diciembre\\_2005\\_Ibanez\\_y\\_Uribe.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/909/Co_Eco_Diciembre_2005_Ibanez_y_Uribe.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
14. J. Galarza., & A. Santana. Normas ambientales y competitividad en las pymes del sector curtiembre de Ambato-Ecuador - Dialnet. Ojeando La Agenda, 44., 2016. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5803854>
15. Ventura, A., Plascencia, O., Hernández, P., Pérez, G., & Aldrete, A. ¿Es la reforestación una estrategia para la rehabilitación de bosques de pino?: Una experiencia en el centro de México. Bosque (Valdivia), 38(1), 55-66., 2017. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000100007>
16. A. Cadena. Fuentes Energéticas Alternativas. *Revista Ingeniería*, 28, 59-63., 2008. <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.16924/revinge.28.8>
17. M. A. Trujillo., & R. Vélez Bedoya. Responsabilidad ambiental como estrategia para la perdurabilidad empresarial. *Revista Universidad Y Empresa*, 8(10), 291-308., 2010. Recuperado a partir de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/938>
18. Jenny. M.V. Ecoeficiencia: Una Propuesta De Responsabilidad Ambiental Empresarial Para El Sector Financiero Colombiano. (*Tesis de Grado para optar al título de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo*), 2008. <http://biblioteca.esucomex.cl/RCA/Ecoeficiencia.%20Una%20propuesta%20de%20responsabilidad%20ambiental%20empresarial.pdf>
19. Daniel. F., Karen. Torres. caracterización física de agregados pétreos para concretos caso: vista hermosa (Mosquera) y mina Cemex (Apulo). *Universidad católica.*, (s.f.). <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1655/3/ARTICULO.pdf>
20. Pérez Espinoza, M. Cacibel, E., & Peralta Mocha, B. Responsabilidad social empresarial y enfoque ambiental: una visión sostenible hacia el futuro. *Revista Universidad y Sociedad*, 8 (3), 169-178., 2016. Recuperado en 16 de febrero de 2022, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202016000300023&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300023&lng=es&tlng=en).
21. Femenías S, Jorge A. La Culpabilidad en la Responsabilidad por Daño Ambiental y su Relación con el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. *Revista de derecho (Valparaíso)*, (48), 233-259., 2017. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-68512017000100233&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-68512017000100233&script=sci_arttext)
22. M. Niño Zambrano, G. Ramírez-González., & J. Granados Pemberty. La Búsqueda de Interacción Semántica en la Web de las Cosas: Una Revisión, *Investigación e Innovación en Ingenierías*, Vol.8 Núm.3., 2020. <https://doi.org/10.17081/invinno.8.3.4705>
23. V.D. Sousa, M. Driessnack, & I. Costa. Diseño de Investigación Cuantitativa. *Rev. Latino-Am Enfemagem*, 15(3), 2007. [www.eerp.usp.br/rlae](http://www.eerp.usp.br/rlae)
24. J. Retamal. Labor Minera Y Protección Del Medio Ambiente: Criterios Para Una Redefinición. *Revista de Derecho (Coquimbo)*, 22(1), 507-528., 2015. <https://doi.org/10.4067/S0718-97532015000100013>
25. 25. I. Amable., M. Méndez., L. Delgado., F. Acebedo., J. De Armas, & M. Rivero. Environmental contamination caused by noise. *Med. Electrón*, 39(3), 2017. <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v39n3/rme240317.pdf>
26. Ministerio de Ambiente y Vivienda. Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas - PNR. Ministerio De Minas Y Energía, & Ministerio Del Medio

- Ambiente. (s.f.). 3 Guía minero ambiental - Beneficio y transformación., 2015. [https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/865/3/3%20Gu%C3%ADa%20minero%](https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/865/3/3%20Gu%C3%ADa%20minero%20Ambiente)
27. M. Trujillo., & A. Vélez. Responsabilidad ambiental como estrategia para la perdurabilidad empresarial. - Dialnet. Universidad & Empresa, 8, 191-308., 2006. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5096742>
  28. García, M. La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. Producción + Limpia, 11(2), 161-168., 2016. [https://www.researchgate.net/publication/313447691\\_La\\_deforestacion\\_una\\_practica\\_que\\_agota\\_nuestra\\_biodiversidad/link/5a1d7d60f7e9b2a53172baa/download](https://www.researchgate.net/publication/313447691_La_deforestacion_una_practica_que_agota_nuestra_biodiversidad/link/5a1d7d60f7e9b2a53172baa/download)
  29. G. Espinoza. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental., 2001. <http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/0458.%20Fundamentos%20de%20evaluaci%C3%B3n%20de%20impacto%20ambiental.pdf>
  30. EsAgua. Uso sostenible Del Agua En La Minería. Red EsAgua., 2019. [http://www.esagua.es/wp-content/uploads/2019/12/Uso-sostenible-del-agua-en-lamin%C3%ADa\\_Informe-red-EsAgua.pdf](http://www.esagua.es/wp-content/uploads/2019/12/Uso-sostenible-del-agua-en-lamin%C3%ADa_Informe-red-EsAgua.pdf)
  31. C. J. Obando Gamboa, "Influencia del agua en el desempeño de los pavimentos: lluvia ácida", Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 5, n.º 2, pp. 190-206, 2017. DOI:<https://doi.org/10.17081/invinno.5.2.2761>
  32. Lillo, J. Impactos de la minería en el medio natural. Grupo de Geología. Grupo de Estudios En Minería y Medioambiente., 2011. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag15564/Impactos%20de%20la%20miner%C3%ADa%20-%20Javier%20Lillo.pdf>