




APROXIMACIÓN TEÓRICA A UN MODELO DE GESTIÓN ECONÓMICO-AMBIENTAL PARA LA REHABILITACIÓN MINERA

Yordanis Torres Batista¹ , Roberto Rodríguez Córdova² , Clara Luz Reynaldo Argüelles³ 

Recibido: 21 de junio de 2017, aceptado: 09 de abril de 2019, actualizado: 27 de diciembre 2018

DOI: 10.17151/luaz.2019.48.6

RESUMEN

La rehabilitación minera es uno de los mecanismos implementados para equilibrar la degradación en las áreas minadas y en varios países son descritos como importantes instrumentos en las políticas públicas. Su objeto es asegurar la corrección de los impactos ambientales negativos y de grandes envergaduras, dándole un uso final a los terrenos rehabilitados.

La actividad minera de níquel es uno de los sectores más importantes de la economía nacional cubana, dado el nivel de aportaciones que genera al Producto Interno Bruto. Esta actividad, por su naturaleza, tiende a ser no sustentable pues impacta devastadoramente los ecosistemas ubicados en el yacimiento. Es por ello que existe una necesidad inmediata de proponer una solución desde las diferentes ciencias, fundamentalmente las ciencias económicas.

El presente trabajo tiene como objetivo incorporar las dimensiones económicas, ambientales y sociales en el proceso de rehabilitación minera, a través de la concepción de un modelo de gestión que contribuya al logro del desarrollo sustentable. Se realiza un análisis documental de bibliografía científico-técnica especializada, el cual refleja los problemas ambientales que afectan al municipio de Moa por el desarrollo de la minería de níquel. Como resultado se propone un modelo de gestión medioambiental para la rehabilitación minera que permita aprovechar adecuadamente el escenario afectado por este tipo de actividad en aras de disminuir la afectación de los ecosistemas y elevar la calidad de vida de los pobladores.

PALABRAS CLAVE: Minería, rehabilitación, ecosistemas, desarrollo sustentable, modelo de gestión

THEORETICAL APPROACH TO A MODEL OF ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT FOR MINING REHABILITATION

ABSTRACT

Mining rehabilitation is one of the mechanisms implemented to balance degradation in mined areas and it is described in several countries as an important instrument in public policies. Its purpose is to ensure the correction of negative and large scale environmental impacts, giving a final use to the rehabilitated land.

Nickel mining activity is one of the most important sectors of the Cuban national economy, due to the level of contributions that it generates to Gross Domestic Product. This activity, because of its nature, tends to be unsustainable because it devastates the ecosystems located in the deposit. That is why there is an immediate need to propose a solution from the different sciences, specifically from the Economic Sciences.

The objective of this paper is to incorporate the economic, environmental and social dimensions in the mining rehabilitation process through the conception of a management model that contributes to the achievement of sustainable development. A documentary analysis of specialized scientific and technical literature was carried out which reflects the environmental problems that affect the Municipality of Moa due to the strip mining of nickel. As a result, an environmental management model for mining rehabilitation is proposed that allows taking adequate advantage of the scenario affected by this type of activity in order to reduce the impact of ecosystems and increase the quality of life of the inhabitants.

KEYWORDS: Mining, rehabilitation, ecosystems, sustainable development, management model.

INTRODUCCIÓN

La explotación de yacimientos minerales tiene incidencia en los tres componentes fundamentales del desarrollo sustentable, cuya consecución permite la armonización económica, social y ambiental. En el orden económico, la explotación de yacimientos minerales es una fuente de ingreso para las naciones, en especial para los países en vías de desarrollo, donde su explotación tiene un alto significado en el Producto Interno Bruto (PIB).

Desde el punto de vista ambiental no existe equilibrio entre la explotación de los yacimientos y la preservación del ecosistema, ya que estos a menudo se localizan en áreas con un alto componente de flora, fauna y microorganismos, provocando impactos ambientales que producen severas afectaciones negativas.

En el ámbito social, la actividad minera repercute en la salud de los trabajadores y en los pobladores que se encuentran en el entorno del yacimiento y, además, provoca afectaciones al paisaje y a otras actividades sociales. Pero también produce (o debería producir) un incremento de la riqueza para la zona, sin la cual la actividad minera resultaría sistemáticamente inviable en la misma.

Los impactos ambientales producidos en la explotación de los yacimientos son múltiples. Por ello resulta indispensable analizar el proceso de rehabilitación de las áreas minadas. Este proceso es complejo pues la recuperación del ecosistema afectado requiere de distintas etapas, iniciando por la caracterización plena del ecosistema previo a su explotación, ex ante, un diagnóstico del nivel de afectaciones provocado al ecosistema durante la explotación del yacimiento y un tercer paso relacionado con las acciones dirigidas a su rehabilitación.

En Cuba se ha prestado atención a los instrumentos jurídicos relacionados a la problemática que genera la explotación de los recursos naturales a partir del triunfo de la Revolución en el año 1959. Para ello se han trazado diferentes políticas de desarrollo que han tenido como prioridad la protección del medio ambiente, las cuales se ven reflejadas en:

- La Constitución de la República, aprobada el 26 de febrero de 1976, en el capítulo I Fundamentos económicos, políticos y sociales del estado, en su artículo número 27 el cual establece: El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. Corresponde a los órganos competentes aplicar esta política. Es deber de los ciudadanos contribuir a la protección del agua, la atmósfera, la conservación del suelo, la flora, la fauna y todo el rico potencial de la naturaleza
- La Ley 76/1995 de Minas plantea en su artículo número 41 que los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área, elaborando estudios y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar el impacto derivado de la actividad minera, tanto en esta área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectados. Aparejado a esta ley se aprueba el reglamento de la Ley de Minas, donde exponen las especificaciones que deben cumplir las empresas.
- La Ley 81/1997 (Ley del Medio Ambiente), que establece la obligación de minimizar o mitigar los efectos negativos al medio ambiente.
- La Estrategia Ambiental Nacional aprobada en junio de 1997 y elaborada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, que constituye el documento directriz de la política ambiental cubana.
- El Lineamiento 158 de la política económica y social del Partido y la Revolución aprobado en el VII Congreso del PCC, celebrado del 16 al 19 de abril de 2016 para el período 2016-2020, y que va dirigido a: Sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente, evaluar impactos económicos y sociales de eventos extremos, y adecuar la política ambiental a las proyecciones del entorno económico y social. Ejecutar programas para la conservación, rehabilitación y uso racional de recursos naturales. Fomentar los procesos de educación ambiental, considerando todos los actores de la sociedad. (Ruiz Quintero, 2016, p.101)

- El Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030, aprobado en el 7mo Congreso del Partido Comunista de Cuba, el 18 de abril de 2016, que incorpora como una de las prioridades el eje estratégico: “Recursos naturales y medioambientales”, que a su vez tiene como objetivo lograr estabilidad con el medio ambiente mediante el mejoramiento, protección, prevención y control; todas estas acciones se encuentran distribuidas en tres objetivos generales y un total de 17 objetivos específicos.

El conocimiento de los instrumentos jurídicos permite precisar su alcance y consecuente utilización.

El objeto de este artículo va dirigido a analizar la explotación de los yacimientos lateríticos en Cuba, lo cual se realiza en la provincia de Holguín a partir de la década del 40 del siglo XX y donde se han evidenciado las limitaciones en los procesos de restauración, rehabilitación y recuperación del medio ambiente y, principalmente, de las áreas que se encuentran afectadas por la explotación a cielo abierto, por lo que es imprescindible potenciar los estudios relacionados con la temática.

La rehabilitación minera es uno de los mecanismos implementados para equilibrar la degradación en las áreas minadas, pues en varios países como Australia, Colombia, España y Perú son descritos como importantes instrumentos en las políticas públicas. Se le denomina de varias formas como restauración, rehabilitación y recuperación, aunque tienen el mismo objetivo en común: asegurar la corrección de los impactos ambientales negativos y de grandes envergaduras, dándole un uso final a los terrenos rehabilitados, según las necesidades sociales y económicas de cada región. De ahí la importancia de proyectar el trabajo de rehabilitación con un enfoque de sostenibilidad.

El objetivo de la investigación es incorporar las dimensiones económicas, ambientales y sociales en el proceso de rehabilitación minera a través de la concepción de un modelo de gestión que contribuya al logro del desarrollo sustentable.

METODOLOGÍA

La aproximación teórica a un modelo de gestión económico-ambiental para la rehabilitación minera se soporta en los métodos:

- Analítico-sintético: permitió desarrollar un análisis exhaustivo en cuanto a las teorías y las diferentes prácticas desarrolladas en el mundo y descomponer los elementos que lo integran y su interrelación, como resultado de un proceso de síntesis
- Hipotético-deductivo: facilitó la comparación de los diferentes conceptos, modelos, estrategias y guías relacionada con la temática, teniendo en cuenta sus generalidades para lograr la modelación del modelo propuesto.
- Observación científica: para la caracterización del objeto de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La minería ha existido desde la época de la prehistoria con la utilización del sílex como materia prima; este material, indispensable para la confección de herramientas para el hombre primitivo, se extrajo al principio a cielo abierto, aunque con posterioridad también se utilizó la minería subterránea. Las extracciones a cielo abierto son incontables, siendo más escasos los ejemplos de extracción en subterráneo como aconteció en la mina de sílex de Casa Montero en Vicálvaro-Madrid (Vidal, 2012). Con posterioridad, y a lo largo de toda la historia, el sector minero ha constituido un eslabón esencial e integral en el desarrollo de los países dado que genera grandes ingresos al PIB. El término de minería se puede definir como un conjunto de actividades subterráneas o a cielo abierto, referentes al descubrimiento y extracción de recursos minerales (Otaño, 2013).

Dicha actividad provoca grandes externalidades al medio ambiente que no es más que los efectos indirectos de las actividades de consumo o producción, es decir, los efectos sobre agentes distintos al originador de tal actividad que no funcionan a través del sistema de precios (Vázquez, 2014).

En la revisión bibliográfica realizada existen diversidades de criterios entre los autores con respecto al tratamiento que se debe realizar en las diferentes áreas degradadas por la minería explotadas a cielo abierto principalmente, por lo que se requiere un tratamiento teórico sobre los conceptos que existen de recuperación, restauración y rehabilitación para tomar como punto de partida el que se pueda realizar en el área experimental que será objeto de la aplicación del modelo.

Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2003) en Colombia se plantea que la restauración ecológica se define como la aplicación de técnicas y estrategias tendientes al restablecimiento parcial o total de la estructura y función de los ecosistemas disturbados.

Ollero (2011) expone que el restaurar es restablecer o recuperar un sistema natural a partir de la eliminación de los impactos que lo degradaban a lo largo de un proceso prolongado en el tiempo, hasta alcanzar un funcionamiento natural y autosostenible. Un sistema natural restaurado habrá recuperado:

- Sus procesos naturales y todas las interacciones entre sus elementos y con otros sistemas.
- Su estructura, es decir, todos sus componentes y flujos en toda su complejidad y diversidad.
- Sus funciones dentro del sistema tierra (por ejemplo: transporte, almacén, regulación, hábitat...etc.).
- Su territorio, es decir, el espacio propio y continuo que debe ocupar para desarrollar todos sus procesos y funciones.
- Su dinámica natural a lo largo del tiempo.
- Su resistencia o fortaleza frente a futuros impactos, su capacidad de auto-regulación y auto-recuperación.
- Todos los bienes y servicios que aporta a la sociedad.

Vargas (2011) refiere que la rehabilitación no implica llegar a un estadio original. Por esta razón, la rehabilitación se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado, sin tener como objetivo final reproducir el ecosistema original.

También para Robert, González y Figueredo (2013) la rehabilitación de tierras forestales degradadas se requiere en sitios donde el manejo inadecuado ha llevado al reemplazo total de los ecosistemas forestales por otra vegetación.

En las diferentes leyes cubanas, como la 76 de 1995 de Minas y la Ley 81 de 1997 del Medio Ambiente, se utilizan indistintamente los términos de rehabilitación, restauración y recuperación, pero en la revisión bibliográfica de rehabilitación ambiental minera se contactó que no son términos iguales, principalmente la restauración y la rehabilitación, ya que la primera tiene el objetivo de llevar el ecosistema al estado antes de encontrarse degradado, mientras que el objetivo de la rehabilitación es lograr un ecosistema parcialmente restablecido, aunque en ocasiones se puedan recuperar las funciones ecosistémicas sin alcanzar completamente la estructura inicial. La recuperación, por su parte, puede ser considerada como un proceso que debe comprender los procedimientos y medidas necesarias para la rápida estabilización del ambiente y la progresiva instalación de un uso del suelo planificado (Rodríguez, Díaz y Sigarreta, 2016).

En correspondencia con las condiciones y posibilidades existentes, se determinó profundizar en la aplicación de la rehabilitación como la más adecuada para llevar a cabo en las áreas donde se practica la explotación minera, pues no puede alcanzar su estado inicial. Con este método se logra recuperar las funciones que presentaba anteriormente, insertando especies que regeneran la capa vegetal; al extraer el yacimiento a cielo abierto esta pierde todas las propiedades morfológicas. En la medida que se profundice y perfeccione en la rehabilitación minera se podrá alcanzar una restauración bastante cercana a las características del ecosistema antes de ser afectado, o que suponga una mejora significativa en términos sociales.

La rehabilitación minera

La Asociación Nacional de Empresarios de Fabricantes de Áridos (ANEFA) (2006) aplica en España un manual de restauración de explotaciones mineras y realiza una valoración ambiental de la minería donde se incluyen las medidas de prevención que se ejecutarán antes de la explotación minera para prevenir, aminorar y corregir los futuros impactos y las medidas correctoras en la fase de abandono de la mina. Todos estos objetivos van encaminados hacia la restauración ecológica fundamentalmente del suelo, donde se propone su acondicionamiento y otros tratamientos de fertilización para su posterior utilización, la siembra de determinadas especies nativas de la flora para lograr la integración paisajística que permita llegar a una restauración sustentable. Pero dicho manual no cuenta con diferentes indicadores que permitan la medición cuantificable y el monitoreo del ecosistema en su totalidad como un ciclo, ya que no se logra integrar las tres dimensiones.

La rehabilitación minera ha sido una de las principales preocupaciones de todos los países que realizan la explotación minera. Y es por esto que, en octubre del 2008, España estuvo a cargo de la

celebración del seminario “Evaluación y recuperación ambiental de espacios mineros. Pasivos Ambientales Mineros (PAM)”, organizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), que tuvo lugar en el Centro de Formación de la AECID en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Este fue el marco preciso para lograr el intercambio sobre cómo se pudiera alcanzar la recuperación de áreas degradadas por la minería, pero al existir la variedad de criterios sobre esta temática, originó que un año más tarde, en octubre del 2009, se celebrara la segunda edición del seminario, quedando a cargo las mismas organizaciones y sede. Se propone la participación de representantes de los Servicios Geológicos de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, México, Perú, República Dominicana y Venezuela.

Esta segunda oportunidad permitió a los diferentes países mostrar las experiencias sobre la temática con casos de estudios concretos, también se revelaron resultados logrados por el grupo de trabajo aprobado en el año anterior, que propició consensuar el diseño y contenido de una ficha de inventario, lo cual permitiría un diagnóstico de los pasivos ambientales mineros (PAM). Esta propuesta se analizó en la XVII Asamblea General de la Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericana (ASGMI), para su aprobación y aplicación.

Herrero, Bruzón, Batista y Herrera (2009) señalan los impactos negativos generados durante el proceso de explotación de los yacimientos lateríticos de Nicaro y Mayarí; también ofrecen resultados experimentales donde la primera opción de uso de los terrenos afectados es forestal, principalmente con el empleo de arbustos del género casuarina, que es formador de suelo, pero esta especie forestal no posee un uso realmente agronómico, por lo que carece de interés social directo. No se analizan otras formas de uso de los terrenos afectados ya que estos pueden ser utilizados para diferentes fines, teniendo en cuenta la capacidad del suelo y las necesidades económicas y sociales de la región.

Díaz (2009) diseñó un plan de recuperación de una cantera en Cuba, teniendo en cuenta la protección y cuidado del medio ambiente; además, una vez concluida la explotación del yacimiento, este plan incluyó la identificación de los impactos ambientales que genera esta actividad; asimismo, planteó una serie de medidas de prevención y mitigación y propone variantes de recuperación de las áreas degradadas. No obstante, dicho autor realiza solo esta proposición en el cierre de la cantera, sin tener en cuenta el ecosistema que se encontraba con anterioridad en el área y las externalidades que se estaba creando al inicio de la explotación.

En Perú, la Dirección de Asuntos Ambientales Mineros (2010) propuso una guía para la elaboración de planes de cierre de pasivos ambientales mineros; esta guía presenta un formato estándar para la preparación de los planes de cierre y requiere de un proyecto de cierre detallado a nivel de factibilidad que incluye la estimación de costos, así como las actividades de rehabilitación. Después del desmantelamiento y rehabilitación del área de los pasivos ambientales, se requieren informes semestrales de mantenimiento, monitoreo y seguimiento post-cierre. A pesar de establecer y

describir como premisas todas estas actividades, no se expone el cómo hacer las mismas y no tiene en cuenta en su concepción los minerales no metálicos (Fuentes, 2013).

Chaviano, Cervantes y Pierra (2011) realizan algunas consideraciones que se deben tener en cuenta para lograr una rehabilitación minera en las mineras del níquel del área de Moa, pero este estudio solo tiene presente los componentes biológicos y técnicos, dos de las vías más utilizadas para lograr esta recuperación. Estos autores tienen como finalidad lograr una reforestación del lugar, tomando experiencias con aspectos ecológicos y ambientales, pero no evalúan las integraciones que deben existir entre las tres dimensiones (económica, ambiental y social).

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2012) elabora un plan de restauración, el cual tiene como objetivo orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas, que conlleven a la distribución equitativa de beneficios, a la conservación de la diversidad biológica y a la sostenibilidad y mantenimiento de bienes y servicios ambientales, en un marco de adaptación a los cambios globales, pero la misma establece la planificación de rehabilitación en el proyecto de post-explotación, también faltándole la forma de medir las acciones propuestas en las fases de planificación, estructuración institucional y de la información, ejecución de experiencias piloto, guías y protocolos e implementación y ejecución de acciones a escala nacional.

Cuba no se encuentra aislada de estos problemas ambientales en cuanto a la explotación de los yacimientos, por ello se han realizado diferentes investigaciones con nuevos aportes que propician el mejoramiento del medio ambiente, las cuales aparecen a continuación.

Milián, Ulloa, Jornada y Rosario (2012) proponen un procedimiento para la rehabilitación minero-ambiental de yacimientos piríticos polimetálicos cubanos que cuenta con 8 pasos a seguir e incorpora 28 indicadores de variables ambientales, y que tiene como objetivo mitigar la degradación existente. Este procedimiento tiene déficit en su elaboración ya que no se realizó una integración entre las dimensiones económica, social y ambiental, las que ayudarían a mejorar la calidad de vida de la población.

Fuentes (2013) realiza una propuesta de planes de manejo como instrumento para la rehabilitación de canteras que cuenta con 4 pasos a seguir. La propuesta va encaminada a lograr la eliminación o mitigación de los problemas ambientales existentes, con un enfoque hacia la ecología sin tener presente las integraciones que deben existir entre el medio ambiente, la economía y la sociedad para lograr que se realice un trabajo hacia la sostenibilidad.

La explotación de los yacimientos lateríticos en Cuba ha provocado grandes degradaciones al medio ambiente, pues dicha actividad minera se realiza a cielo abierto devastando toda la flora, fauna y la biótica del ecosistema donde se encuentran enclavados, afectando así a cientos de miles de hectáreas de terreno, muchas de las cuales se encuentran en procesos de rehabilitación por la intervención del ser humano. Es por esto que varios autores han realizado aportes científicos como Rabilero (2013) quien elabora una metodología para rehabilitar desde el punto de vista biológico los terrenos explotados por la empresa Pedro Soto Alba. El mismo carece de un estudio preliminar que

se debe realizar para conocer las características y composición que cuenta el ecosistema antes del proceso de explotación, para así efectuar una proyección hacia rehabilitación que permita la recuperación de los servicios ecosistémicos, aunque sea en su parcialidad.

Todas las investigaciones realizadas tienen dos puntos en común, que la rehabilitación se debe hacer en áreas degradadas por la minería sin un trabajo previo a la explotación minera y, segundo, proponen que el uso final de los terrenos rehabilitados debe ser forestal, sin comprender otros usos futuros. Esto no lo veo claro. Tal vez sea por la redacción, pero no capto el sentido, sobre todo del primer punto.

La rehabilitación en Cuba es una preocupación de los investigadores de las diferentes ramas de las ciencias, puesto que cada año aumentan considerablemente los espacios degradados por la actividad minera. Es por esto la necesidad de diseñar un modelo que integre las tres dimensiones (económica, ambiental y social) que ayude a dar un salto superior.

El presente modelo tiene como finalidad establecer una nueva concepción teórico- metodológica que permita favorecer la rehabilitación de áreas afectadas por la explotación minera, no solo para los yacimientos lateríticos sino para todo tipo de yacimiento. El modelo contiene la secuencia lógica que se debe cumplir para el desarrollo del proceso y, posteriormente, se explicarán detalladamente las acciones que se deben implementar en cada una de estas etapas (Ver [Figura 1](#)).

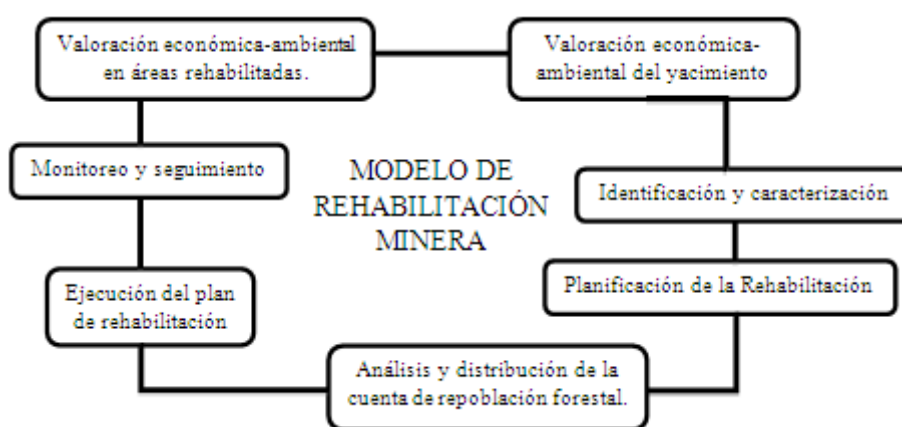


Figura 1. Modelo de gestión económico – ambiental para la rehabilitación minera. Fuente: elaboración propia.

Para la confección de cualquier proyecto de explotación minera para las empresas niquelíferas y no niquelíferas, se debe tener en cuenta la rehabilitación pero no como un elemento aislado, ya que debe ser proyectado desde el inicio como una de las principales vías para resarcir los daños provocados al medio ambiente por dichas actividades.

Es por esto que la **primera etapa** de este modelo es la valoración económica-ambiental del yacimiento el que permitirá identificar el ecosistema objeto de estudio, dejando precisos los bienes y servicios ambientales que lo caracteriza y su valoración económica. Aplicando la fórmula del valor

Económico Total: **Valor Económico Total (VET)= Valor de Uso Directo (VUD)+ Valor de Uso Indirecto (VUI) + Valor Opción (VO) + Valor de Existencia (VE)**

La **segunda etapa** es la que permitirá precisar el nivel de afectación que produce la explotación del yacimiento, donde deben quedar claras las afectaciones producidas, los impactos ambientales recibidos y su valoración económica, utilizando los métodos que se requieran para su obtención.

En la **tercera etapa** se realiza la propuesta de rehabilitación, avalada por la experimentación realizada, donde se aprecien las acciones a realizar y las inversiones que se requieren para su ejecución y los beneficios económicos, sociales y ambientales que se obtengan.

Cuarta etapa: incluye un análisis del presupuesto aprobado para la empresa por el organismo superior para la actividad de rehabilitación minera, donde se desglosan todas las acciones que se van a ejecutar para el logro del objetivo final, que no es más que la recuperación parcial del ecosistema, en el compromiso de que a largo plazo se logrará la restauración del terreno.

Quinta etapa: es la puesta en marcha del proyecto de rehabilitación, donde deben encontrarse vinculados todos los trabajadores que atienden esta actividad, en conjunto con la empresa de rehabilitación minera, que es la encargada de la ejecución de estas actividades en las empresas productoras del municipio.

Sexta etapa: controlar, mediante los indicadores diseñados, las áreas degradadas por la minería y en las ya rehabilitadas, para conocer la recuperación económica, ambiental y social. Es en este paso donde se permitirá evaluar la calidad y eficiencia del proceso y donde debe ser detectada alguna falla permite la incorporación de medidas correctoras en los casos que así lo ameriten.

Séptima etapa: en esta última se realizará la valoración económica-ambiental, la cual permitirá conocer cuál es el valor económico total que ha recuperado el ecosistema después del trabajo de rehabilitación realizado en las áreas afectadas.

CONCLUSIONES

Después del estudio realizado teóricamente se pudieron sacar las siguientes conclusiones:

1. Existen varias formas de abordar el efecto que produce la explotación de los yacimientos en las áreas minadas como restauración, rehabilitación y recuperación y se selecciona la rehabilitación por ser la más adecuada a las condiciones existentes en los yacimientos lateríticos.
2. En el análisis realizado a las definiciones de rehabilitación minera se evidencia que las mismas no contemplan las dimensiones económica y social, lo que imposibilita lograr una integración y armonización con respecto al desarrollo sustentable.

3. La aplicación del modelo propuesto y sus etapas de ejecución permitirán a las empresas niquelíferas y otras del país alcanzar estadios superiores en la rehabilitación de las áreas minadas, con un enfoque que coadyuve a la recuperación de los ecosistemas afectados sobre bases sustentables desde los puntos de vista social y ambiental.

REFERENCIAS

- Asociación Nacional de Empresarios de Fabricantes de Áridos (ANEFA). (2006). **Manual de Restauración de explotaciones a cielo abierto de Aragón**. Gobierno de Aragón, España: falta editorial.
- Chaviano, A., Cervantes, Y. y Pierra, A. (2011). Algunas consideraciones de rehabilitación minera en la minería del níquel: Municipio de Moa, Cuba. **Revista Desarrollo Local Sostenible**, 4(10), 10.
- Dirección de Asuntos Ambientales Mineros de Perú ,2010. Guía para la elaboración de planes de cierre de pasivos ambientales mineros. [en línea]. [Consulta 15 de marzo de 2018]. Disponible en: [Link](#).
- Díaz, M. (2009). Proyecto de recuperación del yacimiento “Carbonato Tanque Viñas. Conferencia llevada a cabo en la Tercera Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias’2009, La Habana, Cuba.
- Fuentes, R. I. (2013). **Propuesta de planes de manejo como instrumento para la rehabilitación de canteras. Estudio de casos: Cantera la Zamora, Matanzas**(tesis doctoral), Falta Institución, Pinar del Río, Cuba.
- Herrero, G., Bruzón, N., Batista, K. y Herrera, P. P. (2009). Reforestación para la rehabilitación de terrenos degradados por la industria minera a cielo abierto en la región Nicaro – Mayarí, Holguín, Cuba. **Agricultura orgánica**, 3.
- Milián, E., Ulloa, M., Jornada, A. S. y Rosario Ferrer, Y. (2012). Procedimiento para la rehabilitación minero-ambiental de yacimientos piríticos polimetálicos cubanos. **Revista Minería y Geología**, 28(4), 20-40.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). **Plan nacional de restauración: restauración ecológica; rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas**. Bogotá, Colombia: Falta editorial.
- Ministerio de Ambiente; Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). **Restauración de Ecosistemas: a partir del manejo de la vegetación. Guía Metodológica**. Bogotá, Colombia: República de Colombia.
- Ollero, A. (2011). Sobre el objetivo y la viabilidad de la restauración ambiental. **Geographicalia**, 59(60), 267-279.
- Otaño, O. (2013). **Nociones de Minería**. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria: Félix Varela La Habana.
- Rabilero, M. (2013). Metodología para la rehabilitación biológica que propicie la recuperación paulatina de los terrenos minados de la empresa Pedro Soto Alba Moa-Níquel S.A. La Habana, Cuba: Quinta Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, Geociencias’2013 [CD-ROM].

- Robert, E., González, E. y Figueredo, L. M. (2013). Propuesta para la rehabilitación ecológica de un sitio degradado en la franja costera de la Reserva de la Biosfera Baconao. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 1(2), 15.
- Rodríguez, J., Díaz, B. y Sigarreta, S. (2016). Rehabilitación ambiental minera. Trimestral, (3), 18.
- Ruiz Quintero, J. (2016). *La minería en Cuba. Una aproximación*. La Habana, Cuba: Científico-Técnica.
- Vargas, O. (2011). Los pasos fundamentales en la restauración ecológica. Conferencia presentada en el Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y el II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica, Colombia.
- Vázquez, V. M. (2014). Externalidades y medioambiente. *Semestral*, (1), 15.
- Vidal, R. (2012). *La minería metalúrgica prehistórica en la Península Ibérica*. NOMBRE DE LA REVISTA, (35), 67-78.

¹ Lic. Economía. Profesor Instructor del Instituto Superior Minero Metalúrgico: “Dr. Antonio Núñez Jiménez” y Doctorante en Ciencias Económicas. Municipio de Moa. Provincia de Holguín. Cuba. ORCID ID: 0000-0003-1954-7447. ytbatista@ismm.edu.cu; ytbatista@gmail.com

² Doctor Ciencias Económicas. Profesor Titular de la Universidad de Holguín: “Oscar Lucero Moya”; Municipio Holguín. Provincia de Holguín. Cuba rrcordova@uho.edu.cu

³ Doctora Ciencias Económicas. Profesora Auxiliar del Instituto Superior Minero Metalúrgico: “Dr. Antonio Núñez Jiménez”. Municipio de Moa. Provincia de Holguín. Cuba. creynaldo@ismm.edu.cu

Para citar este artículo: Torres, Y., Rodríguez, R., Reynaldo, C. (2019). Aproximación teórica a un modelo de gestión económico-ambiental para la rehabilitación minera. *Revista Luna Azul*, 48, 109-120. DOI: 10.17151/luaz.2019.48.6

Esta obra está bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

