

# El desarrollo sostenible desde una gestión socioambiental y económica en la rehabilitación minera

Sustainable development from socio-environmental and economic perspective in mining rehabilitation

Anabel Perdomo-Millán  
Universidad de Moa, Cuba

apmillan@ismm.edu.cu

 <https://orcid.org/0000-0002-2217-2642>

Recepción: 12 Julio 2022

Aprobación: 22 Diciembre 2022



Acceso abierto diamante

## Resumen

La minería es una actividad que provoca notables daños a los ecosistemas. El presente trabajo argumenta la conveniencia de generalizar la implementación de procedimientos de rehabilitación de zonas minadas a cielo abierto con un enfoque socioambiental y económico, imprescindible para viabilizar el desarrollo sostenible. El procedimiento que se recomienda generalizar incorpora elementos novedosos en las dimensiones social, ambiental y económica, cuyos efectos trascienden la rehabilitación del ecosistema afectado y genera impactos que contribuyen a la sostenibilidad en su sentido más amplio.

**Palabras clave:** rehabilitación minera, gestión socioambiental, economía, minería a cielo abierto, desarrollo sostenible.

## Abstract

Mining is an activity that causes considerable damage to ecosystems. This paper aims to argue the convenience of generalizing the implementation of rehabilitation procedures for open-pit mined areas with a socio-environmental and economic approach, which is essential to make sustainable development viable. The recommended procedure to be generalized incorporates novel elements in the social, environmental and economic dimensions whose effects transcend the rehabilitation of the affected ecosystem and generate impacts that contribute to sustainability in the broadest sense.

**Keywords:** mining rehabilitation, socio-environmental management, economy, open pit mining, sustainable development.

# 1. INTRODUCCIÓN

La minería es la actividad económica que permite la obtención de los recursos minerales a través de un conjunto de actividades que incluye la prospección, exploración y explotación de los depósitos. La variante a cielo abierto prevalece sobre la subterránea debido a que las condiciones de trabajo son más seguras, los costos de operación son menores, permite la extracción de una mayor cantidad de mineral y el aprovechamiento de los yacimientos de baja ley.

Sin embargo, la explotación a cielo abierto provoca considerables daños al medio ambiente: destrucción de hábitats naturales, pérdida de la biodiversidad, alteración de los suelos, contaminación atmosférica por la emisión de gases y partículas de polvo, contaminación de los suelos con sustancias tóxicas, contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, aparición de enfermedades respiratorias, cáncer y otros problemas de salud en los habitantes de comunidades aledañas a las minas.

Es por ello que cobra cada vez mayor importancia la idea de que el hombre debe explotar los recursos naturales minimizando los daños a los ecosistemas y encauzar políticas que permitan garantizar el cuidado y protección del medio ambiente desde una perspectiva sostenible.

La sostenibilidad es una forma de desarrollo que permite suplir la demanda y los requerimientos actuales, sin que esto implique que generaciones futuras corran el peligro de no poder satisfacer su propia demanda. Implica el comportamiento consciente y firme de una determinada organización con el fin de obtener, en la medida de lo posible, a medio y largo plazo, un balance general positivo de sus acciones en los sectores económicos, ambiental y social, tanto desde la perspectiva microeconómica, como del conjunto de la sociedad (Ecología y desarrollo 2006).

En este sentido en la Cumbre de Desarrollo Sostenible realizada en el septiembre de 2015 quedaron establecidos por la Asamblea General de Naciones Unidas los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el periodo 2015-2030 y su objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles señala el rol de las empresas en el logro de este objetivo a través de la inserción de la gestión sostenible en sus procesos.

El Estado cubano ha establecido la base jurídica en lo que respecta a la protección medioambiental y el uso sostenible de los recursos en las siguientes leyes y documentos:

- Constitución de la República de Cuba, aprobada el 24 de febrero de 2019: en el capítulo II Relaciones Internacionales, en su artículo 16 f (2020) expone la obligación del Estado con la protección del medio ambiente.

- Ley No. 76/1995 de Minas: plantea en su artículo 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 sus actividades, tanto en esta área como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectados.

- Ley No. 81/1997 del Medio Ambiente: establece en el artículo 58 la obligación por parte de las personas jurídicas que por su actividad influyen sobre el medio ambiente de incorporar los logros científicos para alcanzar mayor eficacia en las acciones encaminadas a la protección ambiental, en el 84 la obligatoriedad de la adopción de acciones y medidas necesarias para la conservación de la diversidad biológica y el uso sostenible de sus componentes, en el 122 expone con carácter obligatorio la rehabilitación las áreas degradadas por la actividad minera, así como los ecosistemas vinculados a estas.

- Ley 85/1998 Ley Forestal: en su artículo 35 inciso(c) plantea que la forestación o reforestación será de carácter obligatorio en los terrenos donde se haya realizado extracción de minerales a cielo abierto.

- Los Lineamientos de la Política Económica y Social para el período 2021-2026, en el acápite V: Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medio Ambiente en su objetivo No. 80 expone: perfeccionar y desarrollar el sistema ambiental a partir de una gestión preventiva de información y capacitación, que garantice el uso

racional de los recursos naturales, la conservación de los ecosistemas, la mejora de la calidad ambiental y la disminución de la vulnerabilidad del país ante los efectos del cambio climático.

· El Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el año 2030 (2016) dentro del Eje estratégico: Recursos naturales y medio ambiente en su objetivo 4 establece la protección de la biodiversidad y el uso sostenible de los bienes y recursos de los ecosistemas y en el 17 el impacto de la ciencia y la innovación en la solución de los problemas medioambientales del país.

En cumplimiento de lo establecido en los instrumentos jurídicos, las empresas mineras cubanas tienen obligación de realizar sus actividades de explotación, procesamiento de minerales y cierre de minas sin descuidar la protección del medio ambiente. Para ello se rigen por el Manual de Procedimiento Minero de la Oficina Nacional de Recursos Minerales donde se establece el contenido de un proyecto minero, a cielo abierto y subterráneo (Torres, Rodríguez y Reynaldo 2019).

El Plan de Rehabilitación de las áreas dañadas por la minería como parte integrante del proyecto minero, ha de contener la identificación de los impactos ambientales y las medidas mitigadoras o correctoras, el plan de rehabilitación del medio ambiente alterado, el plan de seguimiento y control, y el presupuesto para el medio ambiente.

Lo antes expuesto refleja la obligación de empresarios y gobernantes de planificar y ejecutar acciones de remediación o mitigación de los efectos negativos causados por la minería, por lo que de toda actividad minera que concluya debe asegurarse la rehabilitación del medio degradado.

A la rehabilitación se le denomina también (Torres 2018) restauración y recuperación, aunque tienen el mismo objeto en común: asegurar la corrección de los impactos ambientales negativos y de gran incidencia, lo que propicia un uso final a los terrenos rehabilitados, según las necesidades sociales y económicas de cada región. Además, 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.

La restauración o rehabilitación se han asociado normalmente a la realización de operaciones encaminadas a que la superficie del terreno pueda reunir las características necesarias para sostener e introducir vegetación. Más modernamente se han ido incorporando visiones más holísticas, orientadas a favorecer el restablecimiento de los procesos ecológicos (González 2015).

Por otra parte, Chaviano, Cervantes y Pierra (2011) consideran que la rehabilitación es el procedimiento que se utiliza para subsanar los efectos de la explotación minera. Sus objetivos a largo plazo pueden variar, y abarcar desde la simple transformación de la zona para lograr un lugar estable y seguro, hasta el restablecimiento de la condición original, o lo más semejante posible a la situación previa a la explotación minera, con todos los valores ambientales intactos.

Una revisión de varias investigaciones relativas a esta temática en los últimos 15 años (García *et al.* 2011; Chaviano, Cervantes y Pierra 2011; Reynaldo 2013; Milián *et al.* 2012; Montes de Oca y Ulloa 2013; De Lucas 2017; Montes de Oca, Ulloa y Silot 2018; Torres, Rodríguez y Reynaldo 2019; Torres *et al.* 2021) evidenció que se encuentran identificados los efectos medioambientales que provoca la actividad minera y se han realizado propuestas, procedimientos y modelos que aportan diferentes perspectivas a la rehabilitación minera.

Las investigaciones realizadas entre 2012 y 2017 se enfocan, principalmente, hacia la dimensión ambiental considerando aspectos ecológicos y forestales; aunque algunos denotan impactos sociales derivados de las propuestas realizadas, no reflejan explícitamente acciones que generen beneficios en las dimensiones social y económica y no se aprecia la evaluación de opciones de usos como: recreativo, paisajístico, conservación de ecosistemas, refugio ecológico, depósitos de agua, urbanístico, de las áreas minadas, entre otros más adaptados a sus características específicas.

En el 2019 se incorpora un procedimiento que integra las dimensiones económica, social y ambiental proveyendo una perspectiva sostenible a la rehabilitación minera a cielo abierto, el cual se ha aplicado en el

yacimiento Camarioca-Este, perteneciente a la empresa Comandante Ernesto Che Guevara en Moa, demostrando su validez práctica. Aunque se cuenta con este procedimiento y los resultados científicos de su aplicación, su implementación es limitada y por ello no se aprovechan las potencialidades que en lo económico, social y ambiental aporta este en la rehabilitación minera.

El presente trabajo argumenta la conveniencia de generalizar la implementación de procedimientos de rehabilitación de zonas minadas a cielo abierto con un enfoque socioambiental y económico, lo que resulta imprescindible para viabilizar el desarrollo sostenible, máxime cuando este tipo de minería sustenta buena parte del desarrollo económico de la nación.

## 2. METODOLOGÍA

Se emplearon los métodos empíricos: observación científica directa para la caracterización del objeto de estudio y la revisión documental para la búsqueda y recopilación de información contenida en los artículos científicos, tesis de pregrado, maestría y doctorado relacionados con la rehabilitación.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La rehabilitación como resultado del trabajo cohesionado entre las autoridades gubernamentales y empresariales desde un enfoque integrador y sostenible requiere de la correcta selección de metodologías, modelos o procedimientos que permitan cumplir con estas premisas. En este sentido, el procedimiento para la gestión socioambiental y económica de Torres, Rodríguez y Reynaldo (2019) integra las dimensiones económica, social y ambiental por lo que supera procedimientos previos y constituye una robusta herramienta metodológica en la consecución de la sostenibilidad en la rehabilitación minera. El citado procedimiento consta de seis etapas, y contiene los métodos y técnicas a emplear en su desarrollo.

### 3.1. Etapas del procedimiento de Torres, Rodríguez y Reynaldo (2019)

#### I. Preparación previa

En esta etapa se compone el grupo de trabajo multidisciplinario, se planifica la capacitación de sus integrantes mediante un cronograma de capacitación con conferencias, talleres y encuentros con expertos en la materia, se explican las etapas y tareas que componen el procedimiento y los objetivos a corto, mediano y largo plazo. También se dan a conocer la localización, características y componentes del ecosistema donde se implementa el procedimiento.

#### II. Caracterización de la línea base del ecosistema objeto de estudio

Para dar cumplimiento a los objetivos de esta etapa se realiza una breve descripción del yacimiento seleccionado teniendo en cuenta los siguientes elementos: localización, características y composición del clima, relieve, tectónica, hidrogeología, las descripciones del medio biológico, social y económico del área objeto de estudio. Además, se determinan los bienes y servicios ambientales del ecosistema seleccionado y se procede a su valoración mediante la aplicación de la guía metodológica para la valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos y daños ambientales de Gómez-Pais, Gómez-Gutiérrez y Rangel-Cura (2015)

#### III. Identificación de los impactos socioambientales del ecosistema afectado

La identificación de los impactos ambientales se materializa a través de la realización de entrevistas y encuestas que permitirán identificar la totalidad de los impactos ambientales que produce la explotación minera; luego se procede a procesar esta información a través del método DelpHi. Posteriormente, se evalúan los impactos analizando las variables que influyen de forma directa en el medio físico, biótico y socioeconómico.

Igualmente, se determinan los bienes y servicios ecosistémicos afectados por la actividad minera en el momento de la explotación del yacimiento y se valoran a través del método de valoración económica total.

#### IV. Proyección de la rehabilitación de la rehabilitación minera,

**Para llevar a cabo esta etapa se tienen en cuenta los siguientes aspectos:**

- a. *Determinación del posible uso futuro* tomando como referencia las limitaciones y potencialidades del entorno social, paisajístico y ecológico del territorio atendiendo a criterios como: capacidad natural que poseen las tierras para producir o mantener una cobertura vegetal, presencia de procesos erosivos severos, características químicas y físicas del suelo y los niveles freáticos fluctuantes.
- b. *Definición de los objetivos del proceso de rehabilitación* por orden de prioridad e importancia para obtener una rehabilitación integral del terreno
- c. *Elaboración del presupuesto económico para la rehabilitación minera* a partir de estudio y análisis del presupuesto ejecutado para rehabilitación minera en años anteriores, precios en el mercado en la adquisición de las semillas para la siembra de la especie seleccionada, posibles gastos en la conformación y protección de los taludes, el mantenimiento a las plantaciones y la corrección de cárcavas.

#### V. Ejecución del plan de la rehabilitación del área minada

En esta etapa se procede a planificar la rehabilitación de las áreas minadas. En el análisis de elementos que integran el proceso de rehabilitación se definen tres momentos: preparación técnica del terreno, remediación del terreno y la rehabilitación biológica y social del terreno.

- Elaboración de los indicadores económicos, sociales y ambientales

Como parte del sistema de información se diseñarán indicadores económicos en la gestión económica, ambiental y social, para el seguimiento y control de la actuación del hombre en relación con el medio ambiente, lo cual constituirá una herramienta para mejorar las decisiones empresariales y gubernamentales.

- Estimación de los beneficios en la gestión socioambiental y económica

Se procede a realizar los análisis económicos que permiten cuantificar los beneficios obtenidos con la implementación del procedimiento en las dimensiones económica, social y ambiental.

#### VI. Seguimiento de las acciones del proceso de rehabilitación minera

Para dar seguimiento a las acciones del proceso de rehabilitación minera se realizarán reuniones de trabajo donde se analizan diariamente los resultados existentes y las insuficiencias en las acciones proyectadas para su reevaluación o reformatión, además de diseñar nuevas acciones encaminadas a revertir las deficiencias detectadas en las diferentes dimensiones, las que conformarán el plan de mejoras.

### 3.2. Ventajas de la implementación del procedimiento

**Teniendo en cuenta todos los elementos metodológicos que contiene el procedimiento para la gestión socioambiental y económica en la rehabilitación minera a cielo abierto se considera que las entidades pueden obtener los siguientes beneficios:**

1. Permite el estudio previo a la explotación de los componentes que integran el ecosistema, su valorización e integración del capital natural del yacimiento en la contabilidad de la empresa.

2. Integra las dimensiones económicas y sociales lo que posibilita una gestión sostenible por parte de las empresas.
3. Posibilita la evaluación de opciones de uso social, paisajístico y ecológico en los terrenos que presenten potencialidades para este tipo de rehabilitación.
4. Garantiza el control periódico al cumplimiento de las acciones de rehabilitación minera a través de indicadores económicos, sociales y ambientales, acompañados de una auditoría de gestión ambiental interna.
5. Permite determinar los bienes y servicios ecosistémicos afectados por la actividad minera en el momento de la explotación del yacimiento, los perjuicios provocados al ecosistema y su cuantificación.
6. Concibe las posibles acciones de rehabilitación teniendo en cuenta todas las fases de la explotación minera, con el objetivo de lograr la recuperación del ecosistema mediante las dimensiones del desarrollo sostenible.
7. Proporciona información que sirve de base para la toma de decisiones empresariales y gubernamentales en la rehabilitación de áreas dañadas por la minería.
8. Favorece la retroalimentación a partir del análisis de los resultados en las acciones proyectadas para reevaluación o reformatión cuando se detecten desviaciones con respecto a lo planificado.

#### 4. CONCLUSIONES

- El procedimiento propuesto incorpora elementos novedosos en las dimensiones social, ambiental y económica, cuyos efectos trascienden la rehabilitación del ecosistema afectado y genera impactos que contribuyen a la sostenibilidad en su sentido más amplio.
- La implementación del procedimiento por parte de las empresas mineras permite aprovechar sus beneficios en aras de lograr un estadio superior en la rehabilitación de las áreas afectadas por la explotación minera.



## 5. REFERENCIAS

- Asamblea del Poder Popular. 1995: Ley 76 Ley de Mina. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. La Habana. p. 33.
- Asamblea del Poder Popular. 1997: Ley 81 Medio Ambiente. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. La Habana. p. 47.
- Asamblea del Poder Popular. 1998: Ley 85 Forestal. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. La Habana. p. 773.
- 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.
- Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista. 2016: Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el año 2030: Propuesta de visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos.
- Constitución de la República de Cuba. 2020: *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. Edición Extraordinaria No. 5, 10 de abril. Año CXVII.
- De Lucas, L. L. 2017: *Rehabilitación de las áreas dañadas por la minería en el yacimiento Camarioca Este*. Tesis doctoral. Universidad de Moa.
- Ecología y desarrollo. 2006: Sistema de gestión sostenible: Una herramienta para la promoción de la responsabilidad social de las empresas. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. 20 p. En: [ecodes.org](http://ecodes.org)
- García, A. E.; Bruzón, N.; Campos, M.; Olivera, J.; Miravet, B. L.; Jaimez, E. y Carballosa, A. 2011: Principales problemas que confronta el proceso de rehabilitación de áreas impactadas por la minería del níquel en Cuba. En: Cuarta Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. *GEOCIENCIAS*
- Gómez-Pais, G; Gómez-Gutiérrez, C. y Rangel-Cura, R. 2015: Guía metodológica para la valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos (BSE) y daños ambientales. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 48 p. En: <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/2399>
- González, J. C. 2015: Rehabilitación o remediación de espacios degradados por minería a cielo abierto: investigación, desarrollo e innovación en España. Madrid, España.
- Lineamientos de la Política Económica y Social del Estado y la Revolución. 2021: VIII Congreso del Partido Comunista de Cuba. La Habana.
- Milián, E.; Ulloa, M.; Jornada, A. S. y Rosario, Y. 2012: Procedimiento para la rehabilitación minero-ambiental de yacimientos piríticos polimetálicos cubanos. *Minería y Geología*, 28(4), 20-40.
- Montes de Oca, A. y Ulloa, M. 2013: Recuperación de áreas dañadas por la minería en la cantera Los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba. *Luna azul*, (37): 74-88.
- Montes de Oca, A.; Ulloa, M. y Silot, A. L. 2018: Recuperación de áreas degradadas en canteras de áridos utilizando sistemas de información geográficos. *Revista Geográfica Venezolana*, 59(2): 314-331.
- Reynaldo, C. L. 2013: *Procedimiento para la valoración económica y ambiental en la actividad minera de níquel*. Tesis Doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- Torres, Y. 2018: *Procedimiento para la gestión económica y socioambiental en la rehabilitación minera*. Tesis de Maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico.
- Torres, Y.; Rodríguez, R. G.; Reynaldo, C. L. y Rodríguez-Cabrera, M. 2021: Efecto de la aplicación de un procedimiento de rehabilitación minera con enfoque socioambiental y económico en Moa, Cuba. *Minería y Geología*, 37(3): 347-358.

Torres, Y.; Rodríguez, R. G.; Reynaldo, C. L. 2019: Propuesta de un procedimiento para la rehabilitación minera en explotaciones a cielo abierto. *Minería y Geología*, 35(1): 25-44.

## Información adicional

*Conflicto de intereses:* La autora declara que no existen conflictos de intereses





**Disponible en:**

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223578233006>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante  
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la  
academia

Anabel Perdomo-Millán

**El desarrollo sostenible desde una gestión  
socioambiental y económica en la rehabilitación minera**

Sustainable development from socio-environmental and  
economic perspective in mining rehabilitation

*Minería y Geología*

vol. 39, núm. 1, p. 55 - 64, 2023

Universidad de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez, Cuba  
[revistamg@ismm.edu.cu](mailto:revistamg@ismm.edu.cu)

**/ ISSN-E:** 1993-8012