

Cierre sostenible de canteras de materiales para la construcción en Cuba

Julio Montero-Matos
Oscar Jaime Restrepo-Baena
José Otaño-Nogel

Resumen

La inclusión de planes efectivos de cierre de mina en el proyecto de explotación es la vía para compensar el efecto nocivo de esta actividad. A partir de un diagnóstico realizado en 11 yacimientos en explotación, pertenecientes a la empresa Canteras, se diseñó una metodología con un enfoque sistémico e integral que consta de cinco etapas que permite ejecutar el cierre de canteras de manera sostenible. Se aplicó el método Delphi para seleccionar los criterios que inciden directamente en el cierre sostenible de canteras, de tal forma que considere los postulados esenciales del Modelo Económico Cubano (MEC). La metodología propuesta representa una contribución a la planificación y diseño del cierre minero en yacimientos no metálicos cubanos para garantizar la disminución de los impactos ambientales provocados durante su explotación y la disminución, al menor grado posible, de efectos socio-económicos negativos para los trabajadores y la comunidad situada en el área de influencia de las canteras. Actualmente se aplica en la cantera de San José, en la provincia de Mayabeque.

Palabras clave: cierre de canteras; desarrollo sostenible; minería sostenible.

Sustainable closure of construction materials quarries in Cuba

Abstract

The inclusion of effective mine closure plans in the exploitation project is the way to compensate for the harmful effect of this activity. Based on a diagnosis carried out in 11 sites in operation, belonging to the company Canteras, a methodology was designed with a systemic and integral approach that consists of five stages allowing the execution of quarry closures in a sustainable manner. The Delphi method was applied to select the criteria that directly affect the sustainable closure of quarries in such a way that it considers the essential postulates of the Cuban Economic Model (MEC). The proposed methodology represents a contribution to the planning and design of the mining closure in Cuban non-metallic deposits to guarantee the reduction of the environmental impacts caused during its operation and the reduction, to the lesser extent possible, of negative socio-economic effects for the workers and the community located in the area of influence of the quarries. Currently applied in the quarry of San José, in Mayabeque province.

Keywords: quarry closure; sustainable development; sustainable mining.

1. INTRODUCCIÓN

El cierre de minas toma cada vez mayor importancia en la industria minera de Cuba, así lo demuestran investigaciones presentadas en eventos científicos nacionales e internacionales que se han realizado a partir del año 2000 (Villas-Bôas & Barreto 2000; Santana-Maurell & Sánchez-Cabrera 2001; Villas-Bôas & Beinhoff 2002; Jones 2008; Rodríguez 2011; Falero-Salgado 2011).

Gran parte de las investigaciones sobre el tema han tenido carácter práctico y la literatura se compone principalmente de estudios de caso (Paredes 2003; Laurence 2006; ICMM 2008; Oyarzún-Muñoz 2008; López *et al.* 2012; Fuentes-Sardiñas & Hernández-Álvarez 2014; Guerrero *et al.* 2014; Kabir *et al.* 2015). Otros trabajos se han dedicado a la teoría del cierre de la mina (Oyarzún-Muñoz 2008; Rodríguez 2011; Falero-Salgado 2011; Salazar-Pérez & Montero-Peña 2014 y Montero-Matos, Otaño-Nogel & Guerrero-Almeida 2016).

El desarrollo de una minería sostenible guarda una relación muy estrecha con el cierre de minas. Cuba ha mostrado interés en su puesta en práctica, aunque los resultados no son aún los esperados, pues esencialmente se ha profundizado en la dimensión ambiental que plantea el concepto.

Pasos importantes hacia la protección ambiental han sido dados a partir de la aprobación de leyes y decretos que regulan la política minera y el proceso de rehabilitación de los llamados pasivos ambientales. Estas regulaciones jurídicas en materia medioambiental consideran obligatorio los estudios de impacto ambiental en proyectos mineros, que tienen en el cierre de minas un componente fundamental (Montero-Matos, Otaño-Nogel & Guerrero-Almeida 2016).

Aunque existen regulaciones de aspectos específicos relacionados con el uso final de los recursos donde han cesado las labores de explotación, estas leyes presentan limitaciones que impiden que se realice un proceso sostenible de cierre de minas, en particular, el cierre de canteras.

En general, los documentos legales que existen en Cuba (Ley No. 76 1995; Decreto 222 1997; Ley No. 81 1997) solo se refieren a los tipos de cierre y a la obligatoriedad del cumplimiento de su ejecución, pero no explicitan la manera de regularlo mediante procedimientos normativos o metodologías que expongan los pasos para ejecutar el cierre.

En particular, la explotación de materiales para la construcción también se incluye dentro de las actividades mineras que afectan al medio ambiente cuando no se aplican planes efectivos de cierre (Montero-Matos & Otaño-

Nogel 2012). Sobre todo, si se tiene en cuenta que más del 60 % de los pasivos ambientales mineros cubanos son de este tipo de minería.

Aunque Cuba posee una larga tradición minera, se desconoce la existencia de precedentes que regulen el proceso de cierre de canteras. Particularmente para los yacimientos no metálicos no se incluye el proceso de cierre dentro del proceso de explotación, ni se tiene en cuenta el ciclo de vida de la cantera y solo se aplican varios artículos de la Ley de Minas (Capítulo XI, Artículos del 61 al 67) y de su reglamento (Capítulo XIV, Artículos del 81 al 86).

De acuerdo con lo anterior, se plantea como objetivo de esta investigación proponer, para el cierre sostenible de canteras de materiales para la construcción, una metodología que integre las dimensiones de la sostenibilidad, en el contexto del Modelo Económico Cubano (MEC) reflejado en los lineamientos de la política económica y social (PCC 2011), específicamente en los números 218 y 233 del Capítulo VIII Política industrial y energética.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se realizó un diagnóstico en 11 yacimientos perteneciente a la Empresa de Canteras en la provincia de La Habana en los cuales actualmente se explotan materiales para la construcción y se realizó una caracterización minero ambiental en la zona de estudio, teniendo en cuenta la secuencia lógica que imponen los procesos de identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales ocasionados por la explotación de estos yacimientos.

El análisis documental, estudios de caso y criterios de expertos (método Delphi) se aplicaron para revisar la información disponible de cada cantera, identificándose sus principales características y medidas técnicas a aplicar en cierres a realizar a futuro en las canteras.

De igual modo se consultaron los lineamientos de la política económica y social (PCC 2011), la conceptualización del MEC y el Programa Nacional de Desarrollo hasta el 2030 (PCC 2016). Así como también se examinaron investigaciones pertinentes (Montes de Oca-Risco & Ulloa-Carcassés 2013; Fuentes-Sardiñas & Hernández-Álvarez 2014; Ponce-Seoane & Díaz-Comesañas 2013; Hernández 2013; López-Kramer *et al.* 2015) y otros estudios relacionados con la caracterización geológica y minero ambiental de las canteras, suministrados por la dirección de las empresas mineras objeto de estudio.

Los fundamentos teóricos seguidos para la elaboración de la metodología para el cierre sostenible de canteras de materiales para la construcción, en el contexto del MEC, se muestran en el algoritmo de la Figura 1, que comprende el estudio del MEC, las dimensiones de la sostenibilidad y la determinación de 12 criterios para realizar un cierre sostenible de canteras de materiales para construcción a través del método Delphi (Eneko Astigarraga citado por Legrá-Lobaina & Silva-Diéguez 2015).

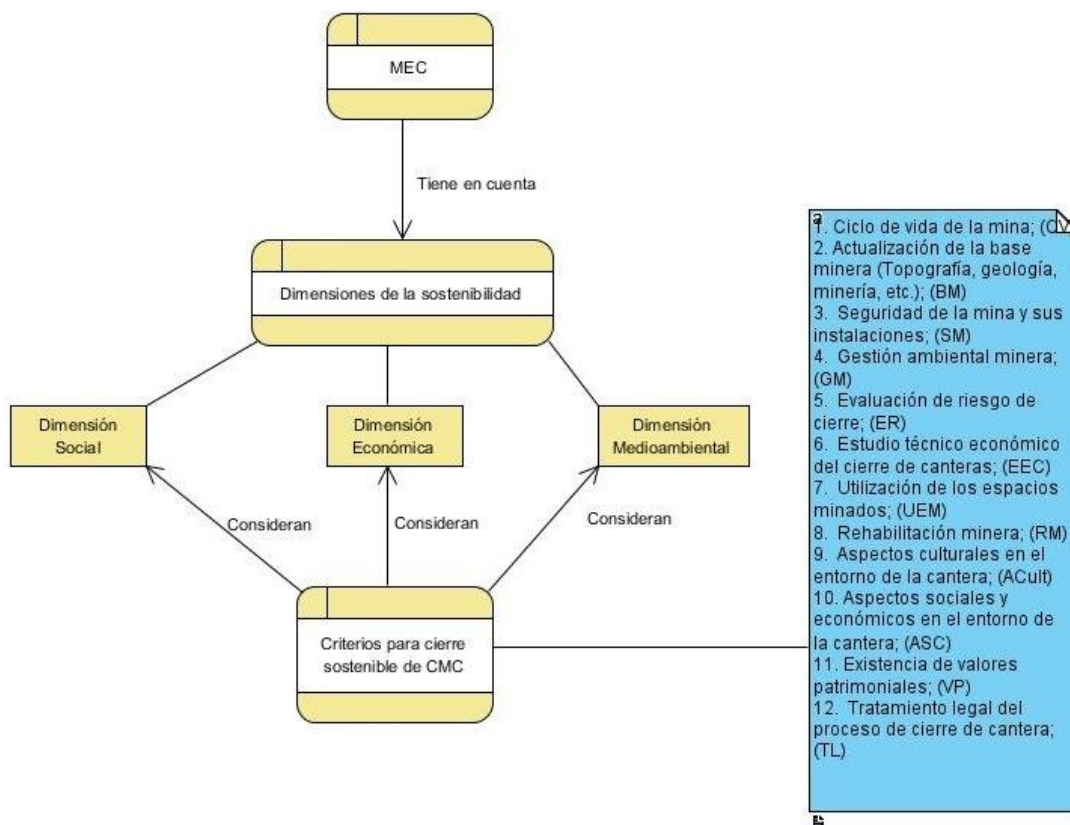


Figura 1. Algoritmo de fundamentos teóricos considerados para la elaboración de la metodología para el cierre sostenible de canteras de materiales para la construcción en el contexto del MEC.

2.1. Descripción del algoritmo

El algoritmo está conformado por cuatro pasos que se fundamentan en el MEC, la sostenibilidad, criterios para un cierre sostenible y la propuesta de una metodología.

Paso1. Estudio del MEC

Se parte del análisis de las diferencias del modelo económico socialista en Cuba con respecto a los modelos económicos del resto del mundo. Este presta su mayor atención a la transformación de las fuerzas productivas como eje central del desarrollo del país. Funciona esencialmente con

empresas estatales y en el caso de las canteras el Estado cubano es su propietario. Ello determina que el cierre de estas sea una decisión colectiva.

Se analizan, además, los documentos programáticos de la proyección socioeconómica de la nación hasta el 2030 y se toma en cuenta los que le conciernen.

Paso 2. Estudio de las dimensiones de la sostenibilidad

Se realiza un análisis integral de las dimensiones de la sostenibilidad y lo que ellas aportan a la elaboración de una política sobre el cierre de canteras en Cuba; para ello se consideraron los lineamientos 21, 218, 133 y 233 de la política económica y social del Partido y la Revolución, relacionados con la protección ambiental, el uso racional de la materia prima, las estrategias para su uso sostenible, el uso futuro de los recursos y la reorientación de la actividad económica en función de las necesidades del territorio.

Para el caso de los recursos no renovables es imprescindible que, desde la etapa inicial del proyecto minero, se elabore una estrategia de cierre que tenga en cuenta hacia dónde se reinsertarán los recursos humanos empleados en la cantera cuando tenga lugar el cierre de esta.

Paso 3. Determinación a través del método Delphi de los criterios para realizar un cierre sostenible de canteras de materiales para la construcción

La identificación de los principales criterios ambientales, económicos y sociales que inciden en el proceso de cierre sostenible resulta novedoso debido a que los mismos constituyen la base para establecer una metodología, que permita realizar satisfactoriamente este proceso en las actuales y futuras explotaciones de canteras de materiales para la construcción, en función de las prioridades establecidas en el nuevo modelo económico cubano.

A partir del método Delphi se seleccionaron 12 criterios de los 17 sometidos a consulta:

1. Ciclo de vida de la mina (CV)
2. Actualización de la base minera :topografía, geología, minería, entre otros (BM)
3. Seguridad de la mina y sus instalaciones (SM)
4. Gestión ambiental minera (GM)
5. Evaluación de riesgo de cierre (ER)
6. Estudio técnico económico del cierre de canteras (EEC)

7. Utilización de los espacios minados (UEM)
8. Rehabilitación minera (RM)
9. Aspectos culturales en el entorno de la cantera (ACult)
10. Aspectos sociales y económicos en el entorno de la cantera (ASC)
11. Existencia de valores patrimoniales (VP)
12. Tratamiento legal del proceso de cierre de cantera (TL)

Una vez determinados los criterios para el cierre sostenible de canteras se interrelacionaron los mismos con la conceptualización del MEC, tal como se muestra en la Tabla 1.

Paso 4. Elaboración de la propuesta metodológica para efectuar el cierre de canteras

A partir del estudio de la problemática relacionada con el cierre de minas, en especial, el de canteras se elaboró una metodología para el cierre sostenible de canteras de materiales para la construcción en el contexto del MEC. Para ello se consideró la integración de los aspectos sociales, económicos, ambientales, técnicos y de riesgos del cierre, así como las particularidades del MEC y los criterios a tener en cuenta para realizar el cierre sostenible de canteras en Cuba.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 2 muestra la metodología general resultante de este estudio para ejecutar el cierre sostenible de canteras.

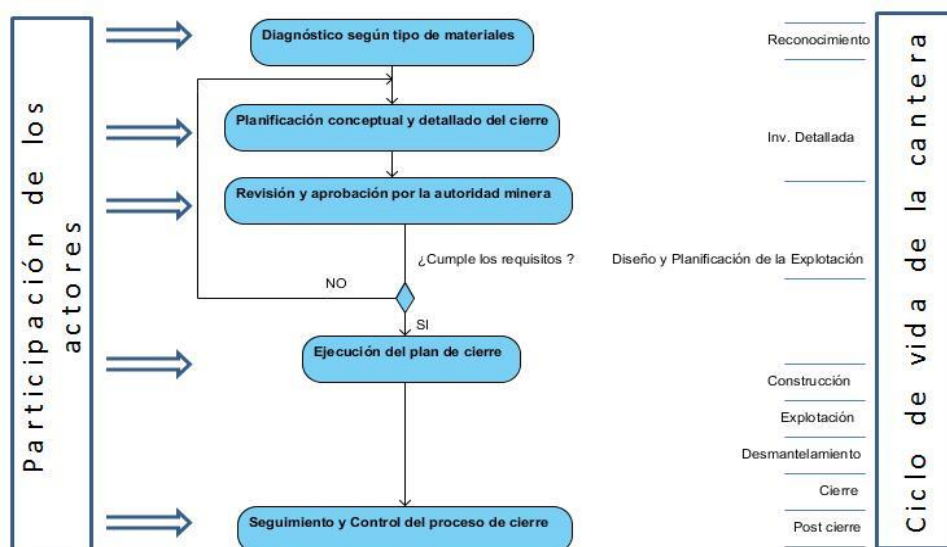


Figura 2. Metodología general para el cierre sostenible de canteras de materiales para la construcción.

3.1. Desarrollo de las etapas de la metodología

La metodología propuesta parte de la situación ideal en la que la planificación del cierre comienza en una fase temprana del ciclo de vida de la cantera y con la participación activa de los actores (comunidad-empresa-gobierno). Sin embargo, se reconoce que las canteras pueden haber atravesado un período de vida útil sin planes del cierre, como es el caso de Cuba. No obstante, la propuesta es válida, incluso bajo esas circunstancias, pero deberá aplicarse en un lapso de tiempo más corto.

La metodología se estructura en cinco etapas:

Etapa I. Diagnóstico según tipo de material a explotar

Etapa II. Planificación conceptual y detallada del cierre sostenible

Etapa III. Revisión y aprobación por la autoridad minera

Etapa IV. Ejecución del plan de cierre

Etapa V. Seguimiento y control del proceso de cierre.

I. Diagnóstico según tipo de material a explotar

Para realizar el diagnóstico, según el tipo de material, hay que considerar cuatro de los criterios determinados, con sus indicadores, para lograr una descripción detallada de la actividad minera realizada. Para esto, es necesario tomar como base la Ley 76 y su reglamento; el proyecto de explotación, capítulo 09 del manual de gestión empresarial (Sistema de Gestión Ambiental -SGA) y las siguientes investigaciones científicas (Aduvire-Pataca 1999; Aduvire & Aduvire 2008; Laurence 2001, 2006).

El desarrollo de esta etapa metodológica (Figura 3) comienza con el establecimiento del tratamiento legal del cierre de canteras y termina con la evaluación del riesgo del cierre, sub-etapas fundamentadas en el desarrollo íntegro de la metodología para lograr un buen plan de cierre de canteras. Esta etapa se lleva a cabo en fase de reconocimiento del ciclo de vida de la cantera.

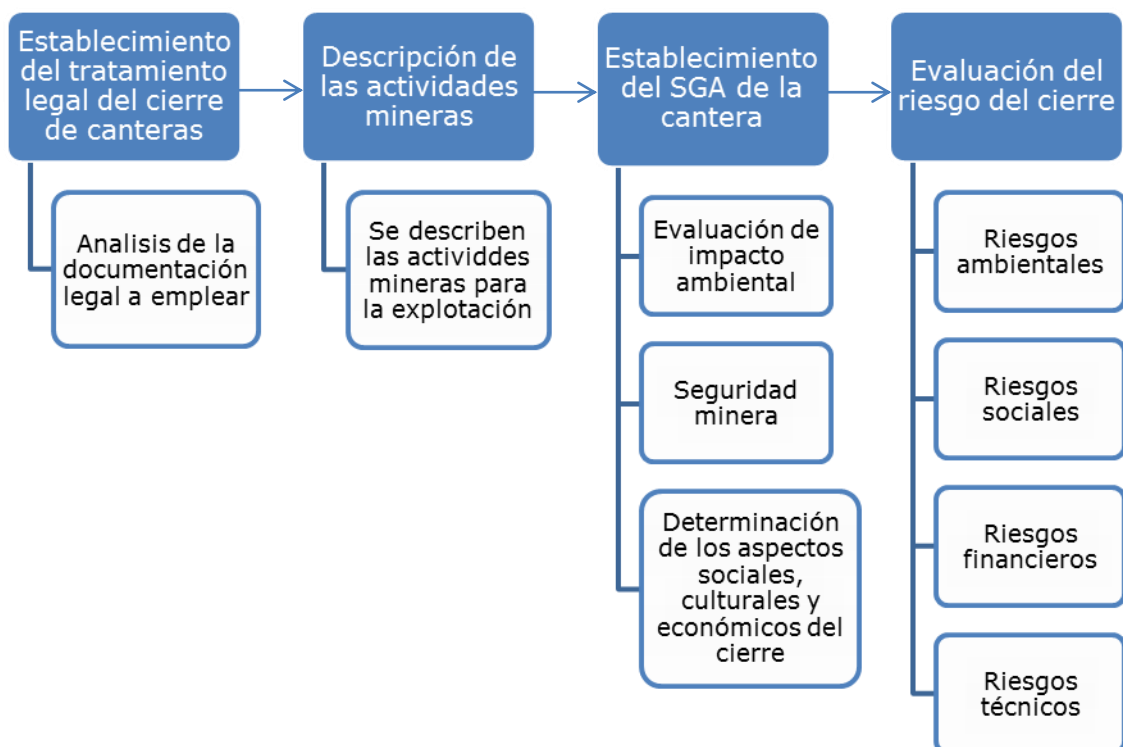


Figura 3. Diagrama representativo de la etapa 1 de la metodología del cierre de canteras.

II. Planificación conceptual y detallada del cierre sostenible

En la segunda etapa de la metodología se consideran cuatro sub-etapas (Figura 4) y el desarrollo de los siete criterios restantes con su sistema de indicadores que complementarán la realización del plan de cierre conceptual de cantera y permitirá la actualización de dicho plan en la medida que avance su ciclo de vida.

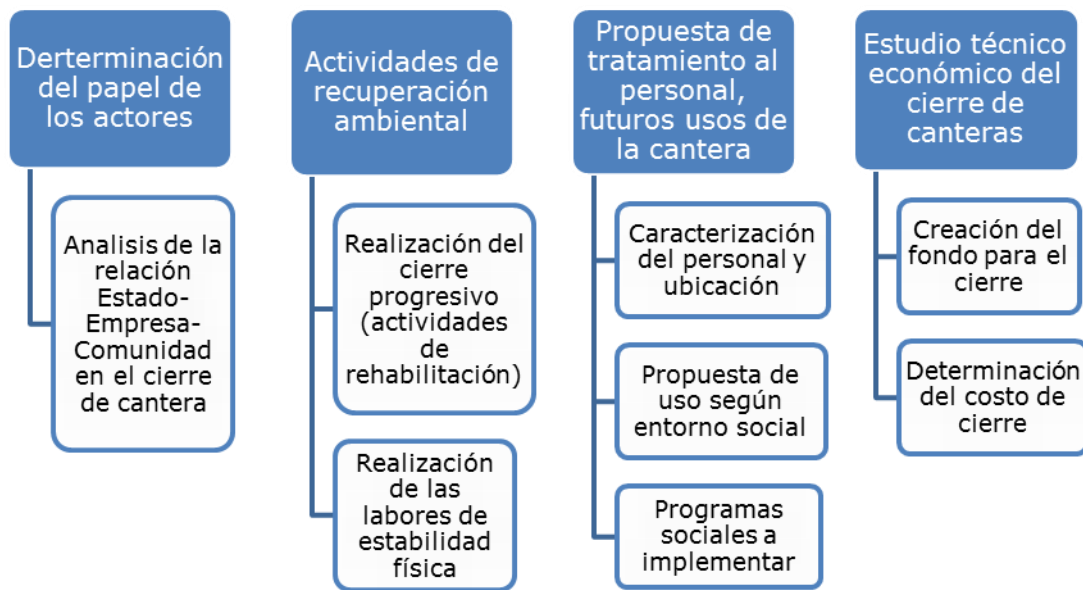


Figura 4. Diagrama representativo de la etapa 2 de la metodología del cierre de canteras.

Esta etapa se cumple relacionando el proyecto de explotación de la cantera con el plan de cierre de la misma, y considerando la participación de los grupos de interés en el cierre de cantera desde el inicio del ciclo de vida de la misma, como se muestra en las Figuras 5 y 6.

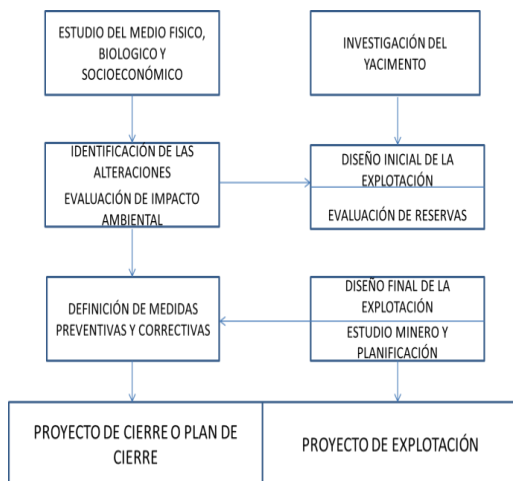


Figura 5. Interacción entre el plan de cierre y el proyecto de explotación de cantera. Adaptado de Aduvire (2001)

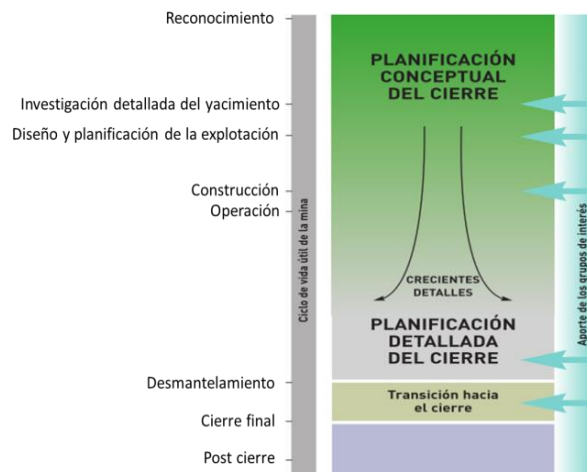


Figura 6. Planificación del cierre integral de cantera. Adaptado de ICMM (2008)

La planificación efectiva del cierre implica aunar los puntos de vista, inquietudes, aspiraciones, esfuerzos y conocimientos de diversos grupos de interés, tanto internos como externos, para alcanzar resultados que sean beneficiosos para la empresa en funcionamiento y la comunidad que la alberga (ICMM 2008). Permite la toma de decisiones plenamente

informadas, durante el ciclo de vida de la cantera y a través de la autonomía que da la nueva concepción del Modelo Económico Cubano a los gobiernos locales.

En estas sub-etapas se plantean acciones de restauración y rehabilitación de áreas dañadas por la minería, para el cierre final, a través de las medidas de restauración y rehabilitación del entorno dañado por la actividad en cantera y que garanticen la estabilidad física y biológica cuando ocurra el cierre final de la cantera. También se describen las actividades a realizar en las distintas fases del cierre y se determinará el uso futuro de las instalaciones y espacios. La propuesta de tratamiento al personal, de futuros usos de la cantera y programas sociales a implementar (Montero-Peña & Salazar-Pérez 2011; Salazar-Pérez & Montero-Peña 2014) y el estudio técnico económico del cierre, fundamentada en las investigaciones realizadas (Guerrero 2005; Guerrero *et al.* 2014; Barnes, Hawthorne & Willians 1999; Wilson, Milne & Dyhr 2003; Franco-Concha, Angulo & Cáceres 2011), garantizarán la factibilidad de implementación del plan de cierre de cantera.

III. Revisión y aprobación por la autoridad minera

Esta etapa se complementa por la autoridad minera durante las fases de investigación detallada y la de diseño y planificación de la explotación del ciclo de vida de la cantera. Si en el proceso de revisión se detectan incongruencias y errores la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM), como autoridad minera, hace sus críticas y entrega nuevamente al concesionario para que haga los arreglos pertinentes del plan de cierre. En las inspecciones que se realicen al yacimiento por parte de la ONRM se chequea el cumplimiento de las medidas de cierre aprobadas en el plan.

IV. Ejecución del plan de cierre

Se acomete en la medida que avance el ciclo de vida de la cantera y su ejecución comienza desde la etapa de construcción hasta el cierre definitivo de la cantera. En la medida que nuevas circunstancias aparezcan, el plan de cierre se actualizará para lograr los objetivos propuestos.

V. Seguimiento y control del proceso de cierre

La última etapa de la metodología propuesta (Figura 7) garantizará el chequeo del cumplimiento de las acciones realizadas en las etapas precedentes y de los objetivos del cierre planteados en el plan conceptual de este. Las acciones a realizar son:

1. Monitoreo al tratamiento dado al personal y a la comunidad
2. Monitoreo a las labores de rehabilitación y labores de estabilidad física
3. Elaboración y discusión del informe y propuestas de medidas complementarias de postcierre con los actores.

Con el establecimiento de estas tres sub-etapas se logra el monitoreo del tratamiento laboral y salarial dado al personal técnico y profesional que laboraba en las canteras, así como de la estabilidad física, química y biológica de la cantera; monitoreo de la calidad de las aguas y control estructural y mantención de obras.

3. CONCLUSIONES

- Considerando las características esenciales del MEC, las dimensiones de la sostenibilidad y a partir de la utilización del método Delphi con el criterio de los expertos se establecieron 12 criterios que inciden directamente en el cierre sostenible de canteras. Estos logran la integración de los actores fundamentales del cierre (comunidad-empresa-gobierno) en las diferentes etapas del ciclo de vida de la cantera y conciben, a partir del tratamiento legal a la actividad de cierre de canteras, las acciones fundamentales para disminuir los impactos ambientales, socio-económicos y culturales que provoca el cierre de una cantera en una región determinada.
- Se diseñó una metodología con un enfoque sistémico e integral que consta de cinco etapas y permite ejecutar el cierre de canteras de manera sostenible, además, representa una contribución para alcanzar uniformidad en la planificación y el diseño del cierre minero en yacimientos de materiales para la construcción cubanos. Esta metodología constituye una herramienta de trabajo para ONRM con el fin de proporcionar a los concesionarios una guía metodológica para efectuar el cierre de canteras a tono con los lineamientos de la política económica y social del partido y el Programa Nacional de Desarrollo hasta el 2030 en el contexto del MEC. Actualmente, es la metodología que rige el cierre de la cantera San José en la provincia de Mayabeque.

4. REFERENCIAS

- ADUVIRE, H. & ADUVIRE, O. 2008: Cierre y abandono de labores mineras para la protección de la salud y el medio ambiente. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/58578384/19-CIERRE-DE-MINAS>
- ADUVIRE-PATAKA, H. 1999: *Metodología para la clausura y abandono de minas y evaluación del riesgo e impacto ambiental*. Carlos López Jimeno (Director). Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 200 p.
- BARNES, H.; HAWTHORNE, T. & WILLIAMS, D. 1999: Estimation site closure costs-A critical tool for reclamation planning. *Minerals Council of Australia Environmental Workshop* (Vol. 83).
- DECRETO LEY NO. 222. Reglamento de la Ley de Minas. 1997: Gaceta Oficial de la República de Cuba, La Habana, Cuba. Disponible en: <http://www.medioambiente.cu/legislacion/D-222.htm>
- FALERO-SALGADO, R. A. 2011: Consideraciones y propuesta de formato para la elaboración de planes de cierre de minas. En: IV Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, (GEOCIENCIAS'2011). Memorias [CD-ROM]. La Habana, Cuba, 19-23 marzo.
- FRANCO-CONCHA, P. P.; ANGULO, M. E. & CÁCERES, R. 2011: Tratamiento contable de la provisión por cierre de minas. *Journal of Business* 3(1): 25-43.
- FUENTES-SARDIÑAS, R. I. & HERNÁNDEZ-ÁLVAREZ, A. 2014: Procedimiento para la rehabilitación de canteras abandonadas de materiales para la construcción. *Anuario de la Sociedad Cubana de Geología* 2: 117-129. Disponible en: http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2015_AnuarioSCG2_FUENTES_YHERNANDEZ.pdf
- GUERRERO, D. 2005: Sistema de indicadores mineros para la explotación sostenible de los recursos minerales. *Minería & Geología* 21(2): 55.
- GUERRERO-ALMEIDA, D.; CHACÓN-PÉREZ, Y.; FONSECA-HERNÁNDEZ, D. & COURT-POTILLÉ, M. 2014: Metodología para la ejecución de un cierre de minas sustentable. *Minería & Geología* 30(3): 85-103.
- HERNÁNDEZ, A. 2013: Impacto ambiental sobre las aguas subterráneas de la explotación de canteras para la construcción. En: Taller Sociedad Económica Amigos del País. La Habana, Cuba. 38 p.
- ICMM. 2008: Planificación del Cierre Integrado de Minas: Equipo de Herramientas. Consulta: 24 mayo 2016. Disponible en: www.icmm.com
- JONES, H. 2008: Closure objectives, guidelines and actual outcomes. In: Third International Seminar on Mine Closure. Australian Centre for Geomechanics, Perth, p. 245-254.

- KABIR, S. Z.; RABBI, F.; CHOWDHURY, M. B. & AKBAR, D. 2015: A review of mine closure planning and practice in Canada and Australia. *World Review of Business Research* 5(3): 140-159.
- LAURENCE, D. 2001: Classification of risk factors associated with mine closure. *Mineral Resources Engineering* 10(03): 315-331.
- LAURENCE, D. 2006: Optimisation of the mine closure process. *Journal of Cleaner Production* 14(3-4): 285-298.
- LEGRÁ-LOBAINA, A. A. & SILVA-DIÉGUEZ, O. 2015: *Elementos teóricos y prácticos de la investigación científico-tecnológica*. Félix Varela, La Habana, 568 p.
- LEY NO. 76, LEY DE MINAS. 1995: Gaceta Oficial de la República de Cuba, La Habana, Cuba. Disponible en: <http://www.medioambiente.cu/legislacion/L-76.htm>
- LEY NO. 81. LEY DE MEDIO AMBIENTE. 1997: Gaceta Oficial de la República de Cuba, La Habana, Cuba. Disponible en: <http://www.medioambiente.cu/legislacion/L-81.htm>
- LÓPEZ, J.; ROCAMORA, E.; JAÍMEZ, E.; VALDEZ, G. & CAMPOS, M. 2012: Rehabilitación ambiental en zonas degradadas por la minería. *Revista Informativa Nuestro Pórtico de Calvista* 15(agosto): 10-11. Disponible en: <http://www.boletinformativonuestroportico.com/>
- LÓPEZ-KRAMER, J. M.; JAIME-SALGADO, E.; GUERRA-OLIVIA, M. & BORRERO-OJEDA, N. M. 2015: Caracterización medioambiental de 12 canteras en explotación para materiales de construcción ubicadas en las provincias de La Habana, Artemisa y Mayabeque. *Ciencias de la Tierra y el Espacio* 16(1): 40-52.
- MONTERO-MATOS, J. & OTAÑO-NOGEL, J. 2012: Impacto socioeconómico y ambiental de la creación de un procedimiento para efectuar el cierre de canteras de materiales de construcción en Cuba. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, noviembre. Disponible en: <http://caribeña.eumed.net/impacto-socioeconomico-y-ambiental-de-la-creacion-de-un-procedimiento-para-efectuar-el-cierre-de-canteras-de-materiales-de-construccion-en-cuba/>
- MONTERO-MATOS, J. OTAÑO-NOGEL, J. & GUERRERO-ALMEIDA, D. 2016: Procedimiento para el cierre de canteras de materiales para construcción en Cuba. *Minería & Geología* 32(1): 106-120.
- MONTERO-PEÑA, J. M. & SALAZAR-PÉREZ, Y. 2011: La reinserción laboral tras el cierre de minas: una vía para lograr el desarrollo sustentable en la minería. *Minería & Geología* 27(4): 64-87.

- MONTES DE OCA-RISCO, A. & ULLOA-CARCASSÉS, M. 2013: Recuperación de áreas dañadas por la minería en la cantera Los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba. *Luna Azul* (37): 74-78.
- OYARZÚN-MUÑOZ, J. 2008: Curso de Planes de cierre de minas. Universidad La Serena. Chile.
- PAREDES, A. 2003: *Evolución de las Prácticas Internacionales para el Planeamiento del Cierre de Minas*. Golder Associates Ltd, Perú.
- PARTIDO COMUNISTA DE CUBA (PCC). 2011: Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución. En: VI Congreso del PCC. La Habana.
- PARTIDO COMUNISTA DE CUBA (PCC). 2016: Conceptualización del Modelo económico Cubano y Programa Nacional de Desarrollo hasta el 2030: propuesta de visión de la nación, ejes y sectores estratégicos. Disponible en: www.granma.cu/file/pdf.
- PONCE-SEOANE, N. & DÍAZ-COMESAÑAS, J. 2013: Impactos y pasivos ambientales de la minería a cielo abierto en Cuba y propuestas de soluciones. Taller. IGP, Universidad de La Habana. Disponible en: <http://www.iga.cu/noticias/taller-iga-uh.html>. 20 p.
- RODRÍGUEZ, R. 2011: Los desafíos a que se enfrenta el cierre de minas en el siglo XXI. IV Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, (GEOCIENCIAS'2011). Memorias [CD-ROM], La Habana, Cuba, 19-23 marzo.
- SALAZAR-PÉREZ, Y. & MONTERO-PEÑA, J. M. 2014: La planificación del cierre de minas como parte de la sustentabilidad en la minería. *Observatorio de la Economía Latinoamericana* (199). Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/erv/observ/y2014i19905.html>
- SANTANA-MAURELL, O. & SÁNCHEZ-CABRERA, M. 2001: El cierre de minas y el desarrollo sostenible. En: IV Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, (GEOCIENCIAS'2011). Memorias [CD-ROM], La Habana, Cuba, 19-23 marzo.
- VILLAS-BÔAS, R. & BARRETO, M. L. 2000: *Cierre de Minas: experiencias en Iberoamérica*. CYTED/MAAC/UNIDO, Rio de Janeiro, 581 p.
- VILLAS-BÔAS, R. & BEINHOFF, C. 2002: *Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Minera*. CNPq/CYTED, Rio de Janeiro, 564 p.
- WILSON, T. E.; MILNE, C. & DYHR, T. M. 2003: Cost Trends-Mine Closure. In: SME Annual Meeting. Cincinnati, Ohio, Feb. 24-26.

Julio Montero-Matos, jmmatos@ismm.edu.cu

Especialista en Gestión Ambiental. Profesor Auxiliar. Departamento de Minas.
Facultad de Geología y Minería. Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa, Holguín, Cuba,

Oscar Jaime Restrepo-Baena, ojrestre@unal.edu.co

Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Departamento de Materiales y Minerales
Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Medellín, Colombia
Instituto de Minerales (CIMEX)

José Otaño-Nogel, joseot@ismm.edu.cu

Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Departamento de Minas.
Facultad de Geología y Minería. Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa, Holguín, Cuba.