

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHENG, Y. U., & LIU, S.-C. (1993). Power caverns of Mingtan pumped storage project, Taiwan. In *Surface and Underground Project Case Histories* (pp. 111–131). Elsevier.
- Hoek, E. (1988). Brown, E.T. The Hoek-Brown failure criterion-a 1988 update. *Proceedings of the 15 Th Canadian Rock*.
- Hoek, E. (1994). *Strength of rock and rock masse*.
- Hoek, E., & Brown, E. T. (1997). Practical estimates of rock mass strength. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 34(8), 1165–1186.
- Hoek, E., & Brown, E. T. (2019). The Hoek–Brown failure criterion and GSI–2018 edition. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 11(3), 445–463.
- Hoek, E., Carranza-Torres, C., & Corkum, B. (2016). El criterio de rotura de Hoek-Brown–Edición 2002 Hoek-Brown failure criterion–2002 Edition. *No, 1*, 1–8.
- Hoek, E., Kaiser, P. K., & Bawden, W. F. (2000). *Support of underground excavations in hard rock*. CRC Press.
- Hoek, E., Wood, D., & Shah, S. (1992). A modified Hoek–Brown failure criterion for jointed rock masses. *Rock Characterization: ISRM Symposium, Eurock'92, Chester, UK, 14–17 September 1992*, 209–214.
- Pierce, M., Brandshaug, T., & Ward, M. (2001). Slope stability assessment at the Main Cresson Mine. *Slope Stability in Surface Mining*, 239–250.
- Sjöberg, J., Sharp, J. C., & Malorey, D. J. (2001). Slope stability at Aznalcóllar. *Slope Stability in Surface Mining*, 183–202.
- Ván, P., & Vásárhelyi, B. (2013). Sensitivity analysis of the generalized Hoek-Brown failure criterion. *ISRM EUROCK, ISRM-EUROCK*.

Artículo recibido en: 12.09.2024

Artículo aceptado: 28.09.2024

Revista de Medio Ambiente Minero y Minería 9 (2): 10 - 17, diciembre 2024. ISSN 2519-5352

METODOLOGIA PARA PLANIFICAR EL USO FUTURO EN LOS PLANES DE CIERRE DE MINAS

Oswaldo Aduvire^{1,2} y Nereyda Loza Charaja³

1. Profesor de la Sección Minas de la Pontificia Universidad Católica del Perú
2. Doctor Ing. de Minas. Consultor Principal del Area de Geoambiente. SRK Consulting Peru S.A.
3. Ingeniera Química. Consultora Senior del Area de Geoambiente, SRK Consulting Peru S.A.

RESUMEN

Considerando que la actividad minera hace un uso temporal del suelo, al concluir el ciclo minero hay que elegir la mejor opción para rehabilitar el terreno alterado, que puede ir desde la recuperación ambiental del espacio que ocuparon los componentes mineros hasta la rehabilitación del lugar para un nuevo uso o uso futuro que en ocasiones puede resultar más beneficioso que el uso inicial.

Para planificar el uso futuro de los terrenos que ocuparon los componentes mineros, podemos apoyarnos en las guías internacionales que sugieren metodologías enmarcadas en las buenas prácticas. Dentro de la información que indican a tener en cuenta esta la infraestructura y servicios asociados al proyecto, la legislación de cierre de minas vigente, las autoridades reguladores del sector, los stakeholders, los riesgos y la capacidad de acogida de nuevas actividades en el lugar, también es importante considerar el inventario ambiental y social inicial sin proyecto o anterior a la puesta en marcha la operación, las limitaciones y capacidades locales, así como la disponibilidad del recurso geoecológico y financiero para soportar la propuesta a largo plazo, además es necesaria la recolección de información como la identificación de la zona de estudio por medio de los factores climáticos y sociales que las caracterizan.

De otro lado, para elegir la mejor alternativa de uso futuro es necesario tener como base el entendimiento de la integración de las áreas rehabilitadas con el resto del medio físico del lugar, mediante un análisis profundo de las variadas interrelaciones que tienen lugar entre los elementos del proyecto minero al final de su vida con los recursos naturales y antrópicos presentes en la zona con posibilidades de aprovechamiento.

En este trabajo se presenta una metodología para elegir alternativas de nuevos usos o uso futuro de los terrenos mineros en la etapa post-cierre de la operación minera y adicionalmente se presentan casos estudiados donde se aplicó una combinación de las metodologías indicadas.

Palabras clave: Planificación del cierre minero, cierre de minas, usos después del cierre de minas.

ABSTRACT

Considering that mining activity is a temporary use of the land, at the end of the mining cycle it is necessary to choose the best option for rehabilitating the altered land, which can range from the environmental recovery of the space occupied by the mining components to the rehabilitation of the site for a new or future use, which can sometimes be more beneficial than the initial use.

In order to plan the future use of the land occupied by the mining components, we can rely on international guidelines that suggest methodologies framed in good practices. Among the information they indicate to take into account is the infrastructure and services associated with the project, the current mine closure legislation, the regulatory authorities of the sector, stakeholders, risks and the capacity to accommodate new activities in the place, it is also important to consider the initial environmental and social inventory without project or prior to the start-up of the operation, local limitations and capacities, as well as the availability of geoecological and financial resources to support the proposal in the long term, it is also necessary to collect information such as the identification of the study area through the climatic and social factors that characterize them.

On the other hand, in order to choose the best alternative for future use, it is necessary to have as a basis the understanding of the integration of the rehabilitated areas with the rest of the physical environment.

Key words: mine closure planning, mine closure, uses after mine closure.

1. Introducción

El principal objetivo de los planes de cierre de minas es garantizar la estabilidad física, química y ecológica de los espacios que ocuparon las instalaciones mineras, de modo que en el cierre de la operación minera se alcance una rehabilitación sostenible y los impactos ambientales, sociales y económicos se minimicen o eliminen. Esta forma de desarrollar la actividad minera implementando controles ambientales con las mejores técnicas disponibles genera condiciones para desarrollar proyectos sostenibles en el tiempo que permitan plantear nuevos usos de las zonas rehabilitadas los mismos que pueden dar beneficios a mediano y largo plazo a las comunidades de las zonas de influencia directa social, principalmente.

Luego de haber logrado las principales condiciones de estabilidad, es completamente factible contemplar el desarrollo de proyectos sostenibles en el tiempo en las áreas rehabilitadas, que permitan plantear nuevos usos en estas zonas y no únicamente limitarse a una recuperación ambiental o aplicar revegetación.

Al respecto en los últimos años, en países con actividad minera, como Estados Unidos, Australia, Alemania, Inglaterra, España y otros se han venido desarrollado propuestas de aprovechamiento para nuevos de los espacios mineros, estas experiencias y la información generada se han plasmado en guías internacionales que proponen algunas alternativas para el planteamiento de alternativas de proyectos de uso futuro luego del cierre de las operaciones mineras, estas guías usualmente están desarrolladas bajo el concepto de buenas prácticas o proyectos sustentables, lo que las lleva a lograr proyectos lo suficientemente concretos y con una buena base de información para que sean sostenibles en el tiempo.

Es preciso indicar que las metodologías indicadas están pensadas en diferentes zonas geográficas, pero son completamente adecuables a cualquier tipo de territorio. Así mismo, se cuenta con información proveniente de algunas alternativas (las más comunes) que se han desarrollado en diferentes zonas mineras luego del cierre de las mismas; estas son el uso forestal, el uso pedagógico/didáctico, el uso agrícola, el uso como área de conservación, el

uso cultural, el uso como áreas donde se desarrollan proyectos para la generación de energía renovables.

La posibilidad de éxito de los proyectos de uso futuro depende de distintos factores propios de cada caso y de cada proyecto, lo que amerita que estos factores sean identificados y debidamente estudiados, el presente artículo es referido a dos casos para los que se usó una combinación de metodologías que ayudaron a plantear distintas alternativas estando ambos lugares en un mismo piso altitudinal.

La recolección de información como la identificación de la zona de estudio por medio de los factores climáticos y sociales que las caracterizan, así como la propuesta de cierre de los componentes mineros, van a permitir elegir la mejor alternativa de uso futuro de los terrenos a recuperar. Además, se debe tener en cuenta el análisis de una serie de variables como capacidad de acogida de los suelos, aprovechamiento potencial, calidad ambiental del medio, ordenamiento territorial, vegetación autóctona, sitios históricos o de interés cultural, peligro sísmico y ambiental, aspectos sociales, propiedades de los suelos residuales y otros de tipo económico, ecológico, paisajístico y recreativo.

En el ámbito peruano, es factible o importante desarrollar proyectos de uso futuro considerando que un buen porcentaje de operaciones mineras se encuentra por encima de los 3500 m.s.n.m; consideramos que la diversidad geográfica peruana si bien puede ser un gran reto para este tipo de proyectos; si se realiza un buen planteamiento y se aplican metodologías adecuadas, podrían lograrse proyectos significativos que busquen un aporte no solo económico sino también cultural. El presente trabajo presenta una metodología para desarrollar uso futuro de los terrenos que ocuparon las instalaciones mineras.

2. Objetivos

Desarrollar una metodología que permita elegir alternativas de uso futuro en la etapa post-operación, en donde se tenga en cuenta los compromisos asumidos en los estudios de impacto ambiental y planes de cierre de mina, las condiciones socioeconómicas de la zona y los recursos naturales del lugar.

Adicionalmente consideramos importante el desarrollo y revisión de experiencias recogidas en bases de datos que permitan plantear proyectos de uso de la tierra en forma sostenibles después del cierre de las operaciones mineras, por otro lado, evaluar la viabilidad de aprovechamiento alternativos y recolección de datos que tienen como base las buenas prácticas y las mejores técnicas disponibles recomendadas en las guías y/o experiencias internacionales revisadas, siendo el principal fin conservar los criterios considerados de los planes de cierre de minas que buscan garantizar la estabilidad física, química y ecológica de los espacios que ocuparon las instalaciones mineras, de modo que en el post-cierre de la operación minera se alcance una rehabilitación sostenible y los impactos ambientales, sociales y económicos se minimicen o eliminen sumándose a ello el desarrollo de proyectos de uso futuro adecuadamente planteados; bajo este contexto en el presente trabajo también se han considerado metodologías probadas en otras latitudes las mismas que han sido adaptadas a escenarios de uso futuro a presentarse al final de la vida operativa de las minas en estudio.

3. Desarrollo y colección de datos

El desarrollo de los casos de estudio supuso desde un inicio el seguimiento de una secuencia de pasos, siendo el primer paso la identificación general de las operaciones mineras motivo de estudio, la Tabla 1 presenta tanto la ubicación como el tipo de minado de cada operación minera motivo de estudio.

Table 1.- Ubicación y tipo de minado de los casos de estudio

Características	Operación Minera 1	Operación Minera 2
1 Ubicación	Región Suni (3500 m.s.n.m.)	Región Suni (3600 m.s.n.m.)
2 Tipo de minado	Subterráneo	Tajo Abierto

Como segundo paso se realizó la revisión de distintas guías internacionales y las metodologías empleadas en casos de éxitos de nuevos usos en el cierre de explotaciones mineras al final de su vida operativa, de este diagnóstico se extrajeron una lista de opciones generales a considerar para el uso post cierre de zonas mineras (Ver la Tabla 2 donde se presenta un resumen) y según apreciación propia es

recomendable considerar esta lista como punto de partida para el análisis de cada caso. Si bien esta, es una lista de opciones, es posterior al análisis de cada caso en particular en donde se definen las opciones que podrían considerarse para cada caso en específico para luego seleccionar las alternativas más viables.

Tabla 2.- Opciones generales de uso post cierre de los terrenos que ocuparon las instalaciones mineras, según guías internacionales de cierre de minas.

Opciones	IC M M	TRA CER	W B	N WS	CS RM /S MI/ UQ
Agricultura	√	√	√	√	√
Reforestación	√	√	√		√
Recreación	√	√	√	√	√
Comunidad y Cultura	√	√	√		√
Infraestructura civil.	√	√	√	√	√
Industria	√	√	√	√	√
Educación e Investigación	√				√
Salud alternativa		√			√
Conservación y ecosistemas	√	√	√		√

Como tercer paso y quizás el más importante, se realizó la recolección de información de cada caso estudiado, este proceso trata de la identificación de las zonas estudiadas por medio de los factores físicos, biológicos y sociales que las caracterizan; adicionalmente y muy importante son las expectativas de la población o área de influencia directa de la zona de estudio; esta información será parte determinante en la selección de alternativas ya que conforma el grupo de factores de

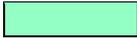
discriminación (Ver Tabla 3) al momento de seleccionar la(s) alternativa(s) más viables y/o convenientes.

Tabla 3.- Factores de discriminación.

Factores de discriminación		Descripción
F. Físicos	Clima	Relacionado a las características climatológicas como Temperatura, Humedad Relativa, Precipitación y Vientos, propios de la zona. Corresponde a las características fisiográficas o al tipo de suelos de la zona y el grado de aprovechamiento en función a su uso actual y la capacidad de uso mayor.
	Relieve/Suelos	Referida a la presencia o disponibilidad de agua para el desarrollo de un determinado proyecto, considerando el régimen hídrico y características hidrológicas de la zona.
	Disponibilidad de Agua: Hidrología e Hidrogeología	
F. Biológicos	Características Ecológicas y Paisajísticas	Se observan las características ecológicas que posibilitarían la implementación y puesta en marcha del proyecto. Se considera la presencia de Flora silvestre que posibilitaría la implementación y puesta en marcha del proyecto.
	Presencia de Flora Silvestre	Relacionado a la Fauna silvestre y su comportamiento en su hábitat.
	Presencia de Fauna Silvestre	
F. Sociales	Necesidades Poblacionales	Se considera las necesidades identificadas en los grupos poblacionales que residen y mantienen actividades en el entorno inmediato del área del proyecto. Se considera la disponibilidad y motivación de la población para su participación en el desarrollo de un determinado proyecto.
	Expectativa de la Comunidad	Se considera la capacidad de gestión, mantenimiento y desarrollo de un determinado proyecto iniciado por la CMM al ser éste transferido a instituciones y organizaciones locales.
	Mantenimiento y Sostenibilidad del Programa	
Otros Factores	Accesibilidad	Referido a la facilidad para el ingreso de los grupos de interés (población) hacia las zonas donde se llevará a cabo un proyecto determinado.
	Riesgo de Instalación	Referido al evento incierto o ya identificado que puede conllevar la instalación de un determinado proyecto.

La evaluación de las alternativas se realizó analizando la compatibilidad de éstas con las características propias de cada caso de estudio, en función a los factores de discriminación detallados en la Tabla 3. La compatibilidad se calificó cualitativamente en base a tres calificaciones según se indica en la Tabla 4.

Tabla 4.- Escala de compatibilidad

Opciones	Valor	Representación
Altamente Compatible	6	
Compatibilidad Moderada	3	
Compatibilidad Baja o Nula	1	

Adicionalmente, es importante considerar los detalles del cierre de los componentes mineros ya que esta información permitirá asignar un factor de riesgo relacionado a la susceptibilidad de cada componente según el tipo de cierre aplicado, está claro que este factor de riesgo puede estar sujeto a distintas características de cierre de los componentes por lo que es variable y es a criterio del equipo de desarrollo el estudio. La Tabla 5 presenta las escalas asociadas al nivel de riesgo según el tipo de cierre aplicado a los componentes de la operación minera.

Tabla 5.- Escala de compatibilidad en función al riesgo

Opciones	Valor
Riesgo alto de inestabilidad	1
Riesgo medio de inestabilidad	2
Riesgo bajo de inestabilidad	3

El puntaje final de cada alternativa se obtendrá en base a la siguiente formula:

$$PT = FD * RI$$

Donde:

PT: puntaje total de la alternativa
 FD: valor acumulado de los factores de discriminación

RI: valor asignado por el riesgo asociado a la inestabilización del área rehabilitada.

4. Presentación y discusión de resultados

La identificación de las principales áreas rehabilitadas (que conformaron la operación minera en cada caso) fue una tarea preliminar al inicio del análisis. La Tabla 6 presenta esta información para ambos casos de estudio

Tabla 6.- Áreas rehabilitadas en los casos estudiados

Componentes cerrados	
Operación Minera 1	Operación Minera 2
Bocaminas (06)	Tajos abiertos (01)
Chimeneas (08)	Bocaminas (02)
Planta concentradora (01)	Pad de Lixiviación (01)
Depósito de relaves (01)	Depósito de ripios (01)
Depósitos de desmontes (02)	Planta de cristalización y lixiviación (01)
Instalaciones de manejo de agua	Pozas y sistemas de manejo de agua
Talleres y áreas auxiliares	Talleres y áreas auxiliares

Las propuestas de alternativas de uso futuro contemplaron espacios adicionales en las inmediaciones de lo que fue las operaciones mineras, estos espacios fueron identificados en base a la información proporcionada por la población durante el trabajo de campo. A continuación, se presenta una lista breve de lo mencionado.

Necesidades Identificadas de la población

Ampliar el áreas de cultivo.

Mayor acceso a energía eléctrica.

Mayor acceso a los recursos hídricos.

Instalaciones y espacios para la disposición adecuada de los residuos sólidos municipales.

Nuevas fuentes de ingreso económico.

Preocupaciones manifestadas por la población

Estabilidad física de laderas en los márgenes de los ríos y las principales quebradas.

Restauración y mejoramiento de hábitat para fauna silvestre local.

Mejoramiento o recuperación de la calidad visual o paisaje de la zona.

Las alternativas propuestas para cada caso de estudio se resumen en la Tabla 7.

Tabla 7.- Alternativas de uso futuro consideradas en las propuestas para cada caso

N°	Alternativas propuestas	
	Operación Minera 1 (Caso 1)	Operación Minera 2 (Caso 2)
1	Instalación de parque de aerogeneradores	Áreas de cultivos de especies de uso industrial
2	Parque de generación de energía fotovoltaica	Parque de generación de energía fotovoltaica
3	Museo cultural y corredor geológico	Area para depositar de escombros de construcción provenientes de poblados cercanos
4	Cultivo de plantas medicinales	Recuperación de hábitat de especies animales vulnerables propias de la zona.
5	Criadero de champiñones para consumo humano	Parque eólico.
6	Conversión del relleno sanitario a relleno municipal	Museo cultural
7	Reforestación con especies nativas (arbustos cuyas semillas tenían uso industrial)	Turismo especializado y seguimiento de fauna silvestre.

Para insertar el nivel de riesgo en la selección de alternativas se realizó una compilación de los principales detalles del cierre de los componentes, esta compilación se presenta en la Tabla 8 y Tabla 9.

Tabla 8.- Detalle del cierre de componentes – Operación minera 1

Componentes	Detalles de condiciones al cierre
Bocaminas (06)	Bocaminas sin salida de agua, se diseñaron tapones simples para su cierre, las características geomecánicas buenas de la roca en los últimos 50 m de la galería hacia el portal de ingreso. No hay peligro de derrumbe.
Chimeneas (08)	Construcción de Losa, para el sellado de las instalaciones verticales.
Planta concentradora (01)	Limpieza y retiro de todas las estructuras y nivelación del terreno de escombros (e=0.20)
Depósito de relaves (01)	Materiales generadores de acidez. Colocación de una cobertura impermeabilizante, con material granular fino y otra de material grueso.
Depósitos de desmontes (02)	Materiales no generadores de acidez. Colocación de una cobertura de material granular fino y otra de material grueso.
Instalaciones de manejo de agua	Desmantelamiento de los equipos, tuberías. Nivelado del terreno.
Talleres y áreas auxiliares	Desmantelamiento de los equipos, tuberías. Nivelado del terreno.

Tabla 9.- Detalle del cierre de componentes – Operación minera 2

Componentes	Detalles de condiciones al cierre
Tajos abiertos (01)	No hay afloramiento de la napa freática. Parades no generadoras de acidez. Zonas del tajo donde las paredes son casi perpendiculares. El Cierre consiste en la colocación de un cerco perimétrico para evitar ingreso a la zona del componente.
Bocaminas (02)	Presencia de flujo mínimo de agua por lo que se colocaron tapones herméticos y se rellenó y niveló hacia superficie.
Pad de Lixiviación (01)	Suministro y colocación una cobertura de material impermeabilizante, material granular y una capa de suelo propio de la zona.
Depósito de rípios (01)	Materiales generadores de acidez. Colocación de una cobertura impermeabilizante, material granular fino y otra de material grueso.
Planta de cristalización y lixiviación (01)	Desmantelamiento de los equipos, tuberías. Nivelado del terreno.
Pozas y sistemas de manejo de agua	Desmantelamiento de los equipos, tuberías. Nivelado del terreno.
Talleres y áreas auxiliares	Desmantelamiento de los equipos, tuberías. Nivelado del terreno.

El uso de los factores de discriminación y la inserción del factor riesgo permitió seleccionar las alternativas con mayor viabilidad para los casos de estudio, tal como se puede ver en la Tabla 10 y Tabla 11.

Tabla 10.- Selección de alternativas – Caso 1

Nº	Alternativas	Factores de Discriminación											Valor acumulado de los factores de discriminación	Riesgo de no cumplir el área rehabilitada	Puntaje total
		Clima	Relieve	Suelos	Disponibilidad de Agua	Características Ecológicas y	Presencia de Flora Silvestre	Presencia de Fauna Silvestre	Necesidades de la Población	Espectativo de la Comunidad	Mantenimiento y Sostenibilidad del	Accesibilidad			
1	Instalación de Aerogeneradores	6	3	3	3	3	1	1	6	3	1	1	31	2	62
2	Parque de Concentración de Energía Solar Fotovoltaica	6	3	6	3	1	1	1	6	3	1	1	32	2	64
3	Implementación de un Museo Cultural y Corredor Geológico	6	6	6	3	6	1	1	6	3	3	1	42	3	126
4	Cultivo de Plantas Medicinales	6	6	6	3	6	1	1	3	3	3	1	39	1	39
5	Criadero de Champiñones para consumo humano	6	3	3	3	3	3	3	6	6	6	3	45	3	135
6	Conversión del Relleno Sanitario a Relleno Municipal	3	6	6	3	3	3	3	6	6	3	1	43	2	86
7	Reforestación con especies nativas (arbustos cuyas semillas tenían uso industrial)	6	6	6	6	6	3	3	6	6	6	3	57	3	171

Tabla 11.- Selección de alternativas – Caso 2

Nº	Alternativas	Factores de Discriminación											Valor acumulado de los factores de discriminación	Riesgo de no cumplir el área rehabilitada	Puntaje total
		Clima	Relieve	Suelos	Disponibilidad de Agua	Características Ecológicas y	Presencia de Flora Silvestre	Presencia de Fauna Silvestre	Necesidades de la Población	Espectativo de la Comunidad	Mantenimiento y Sostenibilidad del	Accesibilidad			
1	Áreas de cultivos de especies de uso industrial	6	6	3	3	3	1	1	6	3	6	6	44	3	132
2	Parque de Concentración de Energía Solar Fotovoltaica	6	6	3	3	3	1	1	3	3	1	6	36	2	72
3	Área para depositar de escombros de construcción provenientes de poblados	6	6	3	3	3	1	1	6	3	3	6	41	1	41
4	Recuperación de hábitat de especies animales vulnerables propias de la zona.	6	6	6	6	6	6	6	3	1	3	6	55	3	165
5	Parque edílico.	6	6	3	3	3	1	1	3	3	1	6	36	2	72
6	Museo cultural	6	6	3	3	3	1	1	3	1	3	6	36	2	72
7	Turismo especializado y seguimiento de fauna silvestre	6	6	3	3	6	6	6	1	3	3	6	49	3	147

Luego de la aplicación de la metodología se obtiene que para el Caso 1 (Operación Minera 1) las alternativas seleccionadas serían la implementación de Criaderos de champiñones para consumo humano (puntaje 135) y la Reforestación con especies nativas que producen semillas de uso industrial (puntaje 171), es preciso indicar que ambas alternativas fueron propuestas considerando las sugerencias del área de relaciones comunitarias de la operación minera. Para el Caso 2 (Operación Minera 2) las opciones seleccionadas son el Turismo especializado y seguimiento de fauna silvestre (puntaje 147) y la Recuperación de hábitat de especies animales vulnerables propias de la zona (puntaje 165). Una vez seleccionadas las alternativas la etapa siguiente es el desarrollo de los proyectos que debe incluir el análisis de los costos respectivos.

5. Conclusiones

Para el desarrollo de estudios de uso futuro luego del cierre de la mina es importante considerar la aplicación de metodologías que recojan experiencias exitosas y las recomendadas en guías internacionales ya que usualmente están basadas en el empleo de buenas prácticas y buscan el desarrollo de proyectos mineros sostenibles en el tiempo.

Es posible aplicar una combinación de metodologías para la selección de alternativas ya que ello permitirá una mayor versatilidad al momento de la valoración de las alternativas propuestas.

Las alternativas de uso futuro que se pueden contemplar en la etapa de post-cierre de la mina están estrechamente ligadas a las condiciones

ambientales del lugar, a los procesos industriales empleados en el desarrollo de la operación minera y las expectativas o necesidades de la población del entorno.

Los factores de discriminación de las distintas alternativas propuestas pueden variar de acuerdo con el criterio del equipo que desarrolle el estudio y los recursos naturales existentes en la zona.

Es importante contar con una base de información lo suficientemente representativa y completa del sitio motivo de estudio de modo que esta permita analizar y valorar las ventajas y/o desventajas de las alternativas evaluadas.

6. Referencias bibliográficas

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2018. Guía de Buenas Prácticas para la Gestión y Uso sostenible de los suelos en áreas rurales, p. 001-144. Bogotá, 2018.

CORFO y Fundación Chile. 2019. Manual de tecnologías de Remediación de Sitios Contaminados, p. 001-116. International Council on Mining & Metals (ICMM), Integrated Mine Closure, good practice guide, 2nd Edition, p. 001-132. 2019

Centre for Social Responsibility in Mining – The University of Queensland. 2020. Mining as a temporary land use scoping Project: transitions and repurposing, p. 001-067. Australia, 2020.

ICMM 2019. Integrated mining closure: Good Practice Guide. Ed. International Council on

Mining and Metals. 2nd Edition. London, United Kingdom.

ICMM. 2020. Tool for Closure User Guide– Closure maturity framework. Ed. International Council on Mining and Metals. 2nd Edition. London, United Kingdom.

Transition in coal intensive regions (TRACER). Decision Support Toolkit on post mining landscape management, WP 6 – Task 6.4/D6.6, p. 001-023. EU, 2022.

Pohl, Wolfhart., Steiakakis, Chysanthos. 2020. Repurposing Land and Assets for Western Macedonia., p. 001-041.

Queensland Government. March 2021. Risk and Prioritisation Framework for Abandoned Mine Management and Remediation, p. 001-023.

NSW Government, Mining, Exploration and Geoscience Department of Regional NSW Australia. January 2023. Practical guide - Post Mining land use, p. 001-023.

Wates, J.A., Rykaart, E.M. 1999. The Performance of Natural Soil Covers in Rehabilitating Opencast Mines and Waste Dumps in South Africa. Water Research Commission Report 575/1/99, ISBN No. 1868456139.

World Bank Group 2022. Mine closure: A Toolbox for Governments. Ed. International Council on Mining and Metals. United States.

Artículo recibido en: 10.10.2024

Artículo aceptado: 04.11.2024