



DESARROLLO DE MICROECONOMÍAS REGIONALES EN LA PRODUCCIÓN DE ACEITES ESENCIALES COSECHADOS EN SUELOS MINEROS - ATN/RF 16110

Producto 13: Protocolo de cierre de mina.

Luciano J Merini
Anabel Sarán
Lucía Fernández



2021



Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un programa de cooperación administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Luciano J Merini, Anabel Sarán y Lucía Fernández.

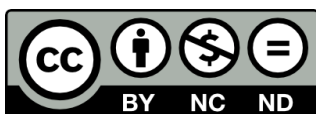
Copyright © 2021 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-No Comercial- Sin Obras Derivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org





Resumen

Esta Guía sugerida es un documento que propone una alternativa de cierre de mina mediante estrategias de fitorremediación con especies aromáticas nativas, asociada a la generación de microemprendimientos basados en la producción de aceites esenciales, en un modelo de economía circular. Para ilustrar los contenidos mínimos que se deben considerar, partimos de la base de enfrentar un problema común: los eventuales problemas ambientales, físicos, económicos y sociales que pueden producir el cierre de las minas en las localidades de su influencia. Adicionalmente, la guía incorpora las mejores prácticas reconocidas internacionalmente. Con todo, la Guía no pretende ser una solución única para el cierre de minas en todos los países Andinos, pues existen situaciones locales diversas que ameritan mayor énfasis en algunas áreas y menos en otras. Esta propuesta de guía se construye a partir de un análisis de información contenida en la literatura especializada en cierre de minas y ambiente, así como en los resultados obtenidos a escala laboratorio, piloto y a escala campo, durante la ejecución del proyecto.

Palabras Clave: Cierre de mina, Fitorremediación, Aromáticas, Nativas,



Información de Relevancia con una discusión técnica

GUÍA SUGERIDA PARA EL CIERRE DE MINAS

La minería histórica ha dejado huellas en la memoria de las personas con imágenes desafiantes. Al correr de los años y frente a la evolución de la tecnología, los medios de comunicación y sobre todo, la participación de los actores involucrados en los acontecimientos, la industria minera ha evolucionado hacia los nuevos objetivos de la humanidad. Estos objetivos contemplan el diálogo, la participación y los acuerdos conjuntos para las acciones que benefician a las comunidades. De eso se trata esta “Guía sugerida para el cierre de minas”. Quedaron atrás los proyectos que, sin consulta previa, se establecían en las localidades y al finalizar su etapa de extracción de recursos, dejaban localidades, poblaciones, posibilidades y sueños sumergidos en un futuro incierto.

Respetando el nuevo orden internacional y local, los aspectos correspondientes al cierre de mina se conversan y acuerdan desde el inicio del proyecto y se van ajustando sobre la marcha para garantizar la calidad de vida de las comunidades involucradas. Esa garantía contempla los aspectos sociales, culturales, económicos que en su conjunto conforman los aspectos ambientales dentro del marco ecosistémico del proyecto en cuestión.

La actividad minera tiene una tradición milenaria en los países Andinos, pues provee de insumos esenciales a las sociedades, además de constituir una fuente de ingresos sustancial para las economías de aquellos países que poseen reservas mineras (Ericsson y Löf, 2019). Según datos del Banco Mundial, las rentas mineras aportan al PIB de los países Andinos porcentajes relevantes: Bolivia 3,6%, Chile 10,9%, Colombia 0,6%, Ecuador 0,2%, y el Perú 8,3% (Aguilar Cavallo, 2017; Banco Mundial, 2020).

La minería ha experimentado cambios económicos, culturales y sociales de la mano de la misma historia de los países donde se desarrolla. Entre esas variaciones, la actividad minera alrededor del mundo se encuentra cada vez más sometida a regulaciones, y las razones para esta tendencia son variadas.

Por una parte, los países persiguen promover su desarrollo basado en la sostenibilidad, lo que se hace más evidente a partir del impulso que significó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida como “Cumbre de la Tierra”, de la cual emanaron la Declaración de Río y la Agenda 21 (Guyer, 2008).

El desarrollo sostenible, solo es posible en la medida que el desarrollo reconoce su inseparabilidad del ambiente, pues este constituye un “acervo de recursos naturales” (Gligo, 1991, pág. 263, 1986; citado por Sánchez y otros, 2019) o “capital natural de la sociedad” (Sunkel, 1981; citado por Sánchez y otros, 2019), y es el entorno sobre el que se desenvuelve la vida sobre el planeta. Esta vinculación es expresa desde la perspectiva del ejercicio del derecho al desarrollo, pues este



incluye “[...] la protección y el ejercicio sobre las riquezas y recursos naturales” (Aguilar Cavallo, 2017, pág. 469).

Por otra parte, la comunidad internacional ha ido adoptando diversos acuerdos (tratados y otros) en materia de protección del ambiente. De acuerdo al International Environmental Agreements (IEA) Database Project, existen 3.716 instrumentos internacionales que pueden ser considerados como tratados, conforme al artículo 2(1)a y 11 al 17 de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados de 1969. De ellos, 2.295 son bilaterales, 1.333 son multilaterales, y 250 son otros acuerdos que no son multi ni bilaterales (Mitchell, 2020; Mitchell y otros, 2020). A esto se suman las grandes empresas mineras que han ido incorporando voluntariamente compromisos en la misma línea. Una iniciativa en este sentido son los Principios Mineros del Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM), que definen requisitos ambientales, sociales y de gobernanza de buenas prácticas para la industria minera y de metales (Consejo Internacional de Minería y Metales, 2020a). Igualmente, las comunidades —incluidas las indígenas— han incrementado su rol como parte interesada en las actividades mineras, particularmente aquellas con las que conviven diariamente (ver Downing y otros, 2002; y Warden-Fernandez, 2001).

A todo lo anterior, se suma un fuerte movimiento internacional por la aplicación irrestricta de los derechos humanos a la actividad extractiva. Un ejemplo de lo anterior son los Principios Rectores de Naciones Unidas sobre las Empresas y los Derechos Humanos, preparados por la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos el año 2011. Por ejemplo, en ellos se señala que las empresas deben respetar los derechos humanos, de modo de no producir efectos negativos sobre ellos (Principio Rector 20); siendo el efecto sobre el medioambiente una repercusión negativa para derechos humanos como la vida y la salud de las personas (Alto Comisionado de Naciones Unidas para los Derechos Humanos, 2012).

En el caso de la industria minera, esta presenta áreas prioritarias de vínculo con los derechos humanos. Se debe aclarar en este punto que la responsabilidad por respetar los derechos humanos no solo recae en las empresas mineras, sino que también sobre los Estados. En aquellos casos donde una empresa vulnere este tipo de derechos, y el Estado no haya hecho lo suficiente porque aquello no suceda, bien se podría perseguir la responsabilidad de ambos a nivel internacional; así como también se puede perseguir a nivel nacional la responsabilidad de ambos por los daños y perjuicios que este incumplimiento imponga a determinadas personas (ver Bowman y Boyle, 2002; y Lee, 2016). Por ejemplo, según el Consejo Internacional de Minería y Metales, los derechos humanos son parte de los principios mineros, o buenas prácticas ambientales, sociales y de gobernanza para la industria minera y metalúrgica (Consejo Internacional de Minería y Metales, 2020b). En tanto, según la ONG Business for Social Responsibility (2017), esas áreas serían:

- 1) impactos ambientales;
- 2) riesgos laborales;
- 3) disrupción social y económica;



- 4) incidentes de fuerzas de seguridad;
- 5) adquisición de tierras;
- 6) comunidades indígenas;
- 7) cadena de abastecimiento;
- 8) sobornos y corrupción;
- 9) impactos acumulativos; y,
- 10) acceso a remediar de abusos de derechos humanos.

Las responsabilidades ambientales son perseguidas ante tribunales internacionales y nacionales, por actos u omisiones cometidos por compañías transnacionales y nacionales, así como también por la falta de servicio del Estado receptor. A todo lo anterior se agrega la cada vez más urgente necesidad de aminorar los riesgos que el cambio climático impone al planeta (Consejo Internacional de Minería y Metales, 2020c).

Esta regulación de la actividad minera impone que las empresas del rubro —públicas y privadas— cumplan irrestrictamente la legislación de los Estados donde se ubican sus actividades extractivas. Hoy, incluso, se puede afirmar que este estándar de apego a la norma se extiende también a aquellos casos en que no exista legislación nacional aplicable (Business for Social Responsibility, 2017).

Los impactos ambientales resultan relevantes para la industria minera, y se manifiestan en diversas etapas de los proyectos. Inicialmente, se deben someter a evaluaciones de impacto ambiental, unas más estrictas que otras, dependiendo del país y de la escala del proyecto. Aquellas áreas que deben ser sometidas a evaluación ambiental son los eventuales impactos a la calidad del aire, la calidad y cantidad de agua, al drenaje ácido minero, a los impactos sobre las tierras, a los ecosistemas, y a la economía (Jain, Cui y Domen, 2016). De particular importancia serán los planes de cierre, la administración del agua, la gestión de relaves, la prevención de la contaminación, y la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (Consejo Internacional de Minería y Metales, 2020c). Las medidas de cierre no solo tienen una faceta ambiental, sino que también técnica; en términos de asegurar la estabilidad de los terrenos donde se ubican las faenas de modo de evitar su desmoronamiento y colapso, así como también incorporar la remediación y la planificación territorial.

Adicionalmente, los proyectos mineros deben evaluar su impacto ambiental sobre los grupos humanos, incluidos los grupos indígenas; así como también sobre el componente cultural o patrimonial (antropológico o arqueológico).

Todos estos posibles impactos deben ser evaluados previamente del inicio de la actividad minera de modo de prevenir cualquier daño futuro que se pueda causar al medioambiente. Para este efecto, cada país dispone de normativa que se hará cargo de dicha evaluación, sin olvidar que, en



algunos casos, y dada la naturaleza del proyecto minero, habrá compromisos de carácter internacional (Craik, 2008).

En términos contables, las inversiones mineras se enfocarán en los futuros ingresos (ej. Cantidad de mineral, precio del mismo en el mercado, calidad del mineral, etc.), los gastos de capital (capex), y los gastos de operación (opex). Adicionalmente, se deberán hacer cargo de los costos de desmantelamiento y cierre de las faenas o componentes mineros, y recuperación. Otro costo a considerar, a propósito de las obligaciones ambientales, son aquellos asociados a los cuidados poscierre y su gestión en el largo plazo (Espinoza y Morris, 2017). En este último caso, las medidas pueden durar cientos de años, de modo que, si una empresa no se hace cargo de estos costos, genera una externalidad negativa, que finalmente se traspasa al Estado como un pasivo ambiental.

Volviendo sobre el cierre de una mina, este es importante, pues debe prevenir impactos en el medioambiente, en la estabilidad química y en la seguridad física del terreno donde dejará de emplazarse. Los efectos principales son la modificación de las geoformas producto de las perforaciones; producción de materiales de desecho, como los relaves o material estéril (escombreras); drenaje de ácidos; y alteración del medioambiente (Kutscher y Cantalloppts, 2016). No hacerse cargo de esos impactos impone cargas para las localidades donde se emplazan las faenas u operacionales mineras que pueden generar efectos adversos o daños al ambiente (ecosistemas afectados y sus servicios) y/o la seguridad y vida de las personas. Por ejemplo, se pueden producir desplomes de las faenas superficiales y subterráneas, erosión del material estéril (escombreras), afectación del drenaje superficial o subterráneo, escurrimiento de ácidos —con metales pesados—, contaminación del suelo, agua y del aire, aumento de la erosión (Kutscher y Cantalloppts, 2016; Oyarzún, 2008). Igualmente, estos efectos adversos pueden impactar la economía local, regional o nacional de un país, puesto que las externalidades provocadas por una mina mal cerrada o sin cierre significarán un costo que deberá ser soportado por la sociedad, en el mejor de los casos; pues habrá un número de minas abandonadas donde los costos de reparar la inseguridad física o los daños al ambiente provocados no será asequible. Del mismo modo, el cierre de una mina debe hacerse cargo de la reutilización del territorio donde se emplazan las faenas mineras, así como también del vínculo que poseen las comunidades indígenas con el territorio.

Para resolver los futuros impactos del cierre de una mina, se deben implementar técnicas de estabilización física y química. Entre estas últimas se pueden aplicar, individual o conjuntamente, la fitorremediación (utilización de plantas para estabilizar, extraer o minimizar la toxicidad de los contaminantes), el control de drenaje ácido proveniente de relaves y material estéril (escombreras), el reemplazo de la carpeta superficial, la minería secundaria, el manejo de material, la microencapsulación, control microbiológico, la gestión de relaves, el control del nivel de agua, el desvío de cursos de agua, barreras ingenieriles, cubiertas, la facilitación de la atenuación natural, la codisposición de botaderos y relaves, y la disposición submarina de relaves (Sernageomin, 2015; Kutscher y Cantalloppts, 2016). A diferencia del conocimiento extensivo que existe en la literatura sobre los impactos físicos y ambientales del cierre de minas, el impacto social que este produce ha sido menos estudiado (Bainton y Holcombe, 2018). Cuestiones



abiertas aún son el destino de los trabajadores empleados en la faena y el desarrollo de actividades económicas alternativas para esos trabajadores y pobladores locales (UNDP y UN Environment, 2018).

Del mismo modo, la regulación de la actividad minera es profusa en algunos países de la región; mientras que en otros es escasa. Como en todo ordenamiento, existe un delicado balance entre una excesiva regulación, y su incumplimiento debido a los altos costos de transacción; y la laxitud regulatoria, que impone costos sociales que subsidian a la actividad ligeramente regulada. Por otro lado, el ordenamiento de la actividad es complejo, pues esta no es homogénea, de modo que lo que se dispone para la gran minería no siempre es aplicable para la artesanal; incluso, dentro de cada una de esas categorías no es posible adoptar una regla única cuando la extracción minera se realiza en altura, a tajo abierto o en minas subterráneas, pues los regímenes de explotación son diversos.

Las actividades de cierre de minas en los países de la región andina de América Latina no han estado ajenas a este control. Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile cuentan con normas relativas a cierres, aun cuando varían en su obligatoriedad, profundidad y extensión. La geografía de los países impone énfasis diversos entre países. Por ejemplo, Colombia posee una serie de disposiciones relativas al cierre minero, pero aún no cuenta con una ley que abarque todos los temas propios del país, como el cierre de minas en la pequeña minería, la minería ilegal, la minería en territorios desmovilizados por la guerrilla, o la insuficiente presencia institucional en vastas partes del país. En el caso del Ecuador no existe una normativa específica del sector minero, pero sí existe una fuerte legislación ambiental; a lo que se suma el creciente interés por invertir en la gran minería, y el problema de la minería ilegal. En el caso del Perú, uno de los problemas relevantes es la suficiencia de las garantías financieras de cierre y poscierre, y la efectividad en el cumplimiento de la normativa de cierre. A su vez, Bolivia vive un proceso de transición, donde gran parte de la minería es de carácter cooperativo. Finalmente, en Chile el cierre de minas se encuentra regulado, pero aún no se sabe de la efectividad de los planes una vez que entren las actividades mineras en el proceso de cierre.

Todos los aspectos ya mencionados permiten reconocer la relevancia de contar con estándares comunes entre los países Andinos, de modo de no solamente contribuir en el avance en la protección física y ambiental de las localidades donde se cierran minas; sino que también a prevenir la vulneración de los derechos de las personas y promover el desarrollo sostenible de una industria de relevancia para estos países.

Esta Guía sugerida es un documento que propone una alternativa de cierre de mina para ilustrar los contenidos mínimos que se deben considerar, partiendo de la base de enfrentar un problema común: los eventuales problemas ambientales, físicos, económicos y sociales que pueden producir el cierre de las minas en las localidades de su influencia. Adicionalmente, la guía incorpora las mejores prácticas reconocidas internacionalmente. Con todo, la Guía no pretende ser una solución única para el cierre de minas en todos los países Andinos, pues existen situaciones locales diversas que ameritan mayor énfasis en algunas áreas y menos en otras.

Esta propuesta de guía se construye a partir de un análisis de información contenida en la



literatura especializada en cierre de minas y ambiente, así como en los resultados obtenidos a escala laboratorio, piloto y a escala campo, durante la ejecución del proyecto.

Marco legal colombiano

Colombia, al igual que el resto de los países Andinos, tiene una importante relación con la minería. Hasta inicios del siglo XX el oro y la plata eran sus principales extracciones, siendo el primer productor aurífero del mundo (Chaparro, 2017). Hoy, es el carbón uno de sus mayores activos en explotación, pero permanecen importantes yacimientos de oro, cobre, níquel, manganeso y uranio. Además, Colombia produce el 55% de esmeraldas del mundo (Marca País Colombia, 2014).

Adicionalmente, Colombia tiene una tradición de regulación de temas ambientales que se fortalece en el año 1974, cuando se promulga el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente.

En su Título IV, el Código regula los efectos de los recursos naturales no renovables. En particular, permite el señalamiento de condiciones y requisitos concernientes al *“destino que deba darse a las aguas extraídas en el desagüe de minas”, “lugares y formas de depósito de los desmontes, relaves y escoriales de minas y sitio de beneficio de los minerales”* (art. 39 literales b y f). En tanto, también impone a las labores mineras la obligación de evitar *“la contaminación de las aguas necesarias para una población, un establecimiento público o una o varias empresas agrícolas o industriales”* (art. 147). Del mismo modo, se hace cargo de los hidrocarburos y de otros recursos minerales marinos y submarinos o existentes en las playas marítimas, pues con el objeto de evitar la contaminación del ambiente marino, mandata al Estado, en coordinación con el Ministerio de Minas y Energía, para reglamentar las actividades asociadas con la exploración y explotación (art. 164).

En 1991 fue promulgada la actual Constitución Política de Colombia (CPC) en reemplazo de la vigente desde 1886. Esta nueva constitución trajo muchas novedades para el país, entre ellas la incorporación del derecho a gozar de un ambiente sano (Art. 79), la protección y conservación de los recursos naturales, la opción por un modelo de desarrollo sostenible, la función ecológica de la propiedad privada (Art. 58), las funciones ambientales de las entidades públicas, la educación ambiental, la responsabilidad por el daño ambiental, y la participación de los grupos indígenas en la protección del ambiente (Amaya Navas, 2016).

Según el artículo 3º del Código de Minas de 2001, existen 7 disposiciones de la Constitución Política relacionadas con los recursos mineros; a) el derecho al trabajo goza de la protección del Estado en condiciones dignas y justas (art. 25 CPC), lo que reconoce el vínculo entre la salud y el ambiente; el Estado debe proteger los recursos naturales, incluyendo la prevención y control de los *“[...] factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”* (art. 8 N.º 5 CPC); c) la participación de los grupos indígenas en la protección del ambiente en la súper vigilancia de la preservación de los recursos naturales (art. 330); d) el Estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables (art. 332); e) el



Estado dirige la economía nacional, y por mandato legal, intervendrá “...en la explotación de los recursos naturales...en un marco...[de] la preservación de un ambiente sano” (art. 334); f) la explotación de los recursos naturales no renovables genera una contraprestación económica para el Estado —o regalía—, como asimismo, la “ley determinará las condiciones para la explotación de los recursos naturales no renovables” (art. 360); por último, g) los “ingresos del Sistema General de Regalías se destinarán al financiamiento de proyectos para el desarrollo social, económico y ambiental de las entidades territoriales” (art. 361).

Este cambio constitucional trajo aparejado una reorganización institucional, por lo que se crearon nuevos organismos a partir de la Ley 99 de 1993, del Medio Ambiente. Se creó de esta manera el Ministerio del Medio Ambiente - Hoy se denomina Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (<https://www.minambiente.gov.co/index.php>), el Consejo Nacional Ambiental - Encargado por el artículo 13 de “asegurar la coordinación intersectorial a nivel público de las políticas, planes y programas en materia ambiental y de recursos naturales renovables [...]”, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR),- Definidas por el artículo 23 como “entes corporativos de carácter público, creados por la ley, integrados por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotados de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargados por la ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del medio ambiente” y se organizó el Sistema Nacional Ambiental (SINA), definido como, “el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten poner en marcha los principios generales [...]” considerados en la Ley N.º 99. Esta ley fija los principios generales de la política pública colombiana en materia ambiental, destacándose su vocación por el desarrollo sostenible - define desarrollo sostenible como, “el que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades”, la protección de la biodiversidad y de los recursos hídricos, la incorporación del principio del que contamina paga, la recuperación ambiental, y la evaluación del impacto ambiental de proyectos, entre otros.

Otro cuerpo legal relevante el Código de Minas (Ley 685 de 2001). Esta norma prevé la suscripción de un contrato de concesión entre el Estado y un particular, que regula, entre otras cosas “[...] el cierre o abandono de los trabajos y obras correspondientes” (art. 45). La materia que nos interesa es tratada nuevamente a propósito de los estudios y trabajos de exploración, pues el concesionario, para iniciar su etapa de explotación, debe presentar un “programa de trabajos y obras” a la autoridad concedente, en el que debe incluir un “plan de cierre de la explotación y abandono de los montajes y de la infraestructura” (art. 84). Coetáneamente a la época anterior del inicio de la explotación, el Código de Minas obliga al concesionario a presentar un estudio de impacto ambiental de su proyecto minero (art. 204). El estudio debe contener “[...] las medidas específicas que se aplicarán para el abandono y cierre de los frentes de trabajo y su plan de



manejo". Tres meses antes de la fase de desmantelamiento y abandono, el concesionario debe presentar un estudio al efecto¹. Si la autoridad ambiental autoriza esta fase, el titular debe presentar “[...] una póliza que ampare los costos de las actividades descritas en el plan de desmantelamiento y abandono, la cual deberá estar constituida a favor de la autoridad ambiental competente y cuya renovación deberá ser realizada anualmente y por tres (3) años más de terminada dicha fase” (art. 2.2.2.3.9.2., Decreto 1076 de 2015). De aquí se puede observar que en Colombia la etapa de cierre, desde una perspectiva ambiental, solo se garantiza por hasta 3 años después del desmantelamiento y abandono del yacimiento (poscierre minero).

Otra de las prevenciones del código del ramo es la obligación que le impone al concesionario cuyo contrato terminase anticipadamente —ya sea por caducidad, renuncia, mutuo acuerdo, o imposibilidad de ejecución—, a realizar las obras y medidas ambientales para el “[...] cierre o abandono de las operaciones y frentes de trabajo” (art. 209). Igualmente, el art. 280 requiere de una póliza de garantía de cumplimiento minero-ambiental para cada etapa contractual, “[...] que ampare el cumplimiento de las obligaciones mineras y ambientales, el pago de las multas y la caducidad”². Los riesgos que debe cubrir la póliza se refieren al “[...] incumplimiento de las obligaciones que nacen y que son exigibles en cada una de las etapas del contrato, incluso si su cumplimiento se extiende a la etapa subsiguiente, de tal manera que será suficiente la garantía que cubra las obligaciones de dicha etapa” (artículo segundo, Res. 338/2014 ANM); sin embargo, estos consultores no conocen de ninguna póliza ejecutada a la fecha.

Aun cuando el cierre de minas se encuentra considerado en la legislación colombiana, no existe reglamentación particular que “[...] contribuya a satisfacer las necesidades físicas de estabilidad, socio-económicas, biológicas (incluye aire, agua, suelo, fauna y flora), y de mantenimiento para su integración con el ambiente, una vez finalizadas todas las labores de explotación” (M & M Estudio Jurídico, 2013, pág. 943). Esto no significa que el país no se haga cargo del cierre de minas desde su perspectiva ambiental. El Decreto 2014, del 15 de octubre de 2014, expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se ocupa de reglamentar el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales —en general y no solo para el sector minero—. Bajo esta normativa el cierre de minas es regulado, con el propósito evitar el “[...] deterioro grave a los recursos naturales renovables, o al medio ambiente, o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje [...]” (art. 3º). Sin embargo, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales —quien otorga o deniega las licencias ambientales—, solo tiene a su cargo un segmento de los

¹ El informe debe contener, según el art. 2.2.2.3.9.2. del Decreto 1076 de 2015, los siguientes contenidos: a) La identificación de los impactos ambientales presentes al momento del inicio de esta fase; b) El plan de desmantelamiento y abandono; el cual incluirá las medidas de manejo del área, las actividades de restauración final y demás acciones pendientes; c) Los planos y mapas de localización de la infraestructura objeto de desmantelamiento y abandono; d) Las obligaciones derivadas de los actos administrativos identificando las pendientes por cumplir y las cumplidas, adjuntando para el efecto la respectiva sustentación; e) Los costos de las actividades para la implementación de la fase de desmantelamiento y abandono y demás obligaciones pendientes por cumplir.

² En lo pertinente, la norma señala: “[...] El valor asegurado se calculará con base en los siguientes criterios: a) Para la etapa de exploración, un 5% del valor anual de la cuantía de la inversión prevista en exploración para la respectiva anualidad; b) Para la etapa de construcción y montaje el 5% de la inversión anual por dicho concepto; c) Para la etapa de explotación equivaldrá a un 10% del resultado de multiplicar el volumen de producción anual estimado del mineral objeto de la concesión, por el precio en boca de mina del referido mineral fijado anualmente por el Gobierno. Dicha póliza, que habrá de ser aprobada por la autoridad concedente, deberá mantenerse vigente durante la vida de la concesión, de sus prórrogas y por tres (3) años más [...]”. La Resolución 338 del 30 de mayo de 2014, de la Agencia Nacional de Minería, establece las reglas generales y condiciones de la póliza de cumplimiento para los contratos de concesión minera.



proyectos, obras o actividades mineras³. En las hipótesis de licenciamiento ambiental, la norma considera una regulación de la fase de desmantelamiento y abandono aplicable a todos los casos licenciados y no solo para la minería. El art. 41 prevé que al menos 3 meses antes del inicio de la fase de desmantelamiento y abandono se presente un estudio relativo, entre otras cosas, al impacto ambiental al momento del inicio de esta fase. Paradójicamente, el parágrafo 2º de dicho artículo obliga al titular de una licencia ambiental minera a contemplar en su estudio “[...] *lo exigido por las autoridades competentes en materia de minería y de hidrocarburos en sus planes específicos de desmantelamiento, cierre y abandono respectivos*”; sin embargo, **no existe norma sobre cierre minero en el país.**

El estudio de M&M Estudio Jurídico (2013) planteaba, entre muchas cosas, la necesidad de una ley de cierre minero más normativa sectorial. También propusieron guías que desarrollen buenas prácticas, particularmente para la pequeña y mediana minería, que era donde menor cumplimiento existía. Adicionalmente, el estudio proponía crear una garantía efectiva que cubriese las hipótesis del cierre minero, sugiriendo que esta recayese sobre un bien inmueble (garantía real). Lo usual en los países desarrollados, e incluso Chile, es que se extienda una garantía financiera. Para este propósito, así como para gran parte de las sugerencias hechas por M&M Estudio Jurídico, se requiere de una ley, la que aún no se dicta. La propuesta sostiene que esta garantía real fuere exigible para toda la industria minera, en atención a su producción; de tal forma que, anualmente, el minero contribuiría proporcionalmente al cierre (una suerte de ahorro progresivo). Esto contrasta con el caso de Chile, por ejemplo, donde la pequeña minería no produce garantías⁴.

Colombia enfrenta una serie de problemas con la minería informal que hacen difícil imponer cargas a quienes la ejercen. Un problema esencial se relaciona con el fenómeno “muy pequeño para ser regulado”. Basu y Dixit (2014) han sostenido que, para obtener cumplimientos ambientales, entre otros, por parte de pequeñas empresas, es mejor tener mercados con pocas grandes empresas, que mercados con muchas pequeñas. Por otro lado, el fenómeno de la informalidad es complejo, puesto que abarca actividades ilegales o no éticas; pero también comprende a trabajadores informales que tratan de ganarse la vida —sin cumplir la normativa—

³ El art. 8º le da competencia a la ANLA en los siguientes casos: “2. En el sector minero: La explotación minera de: a) Carbón: Cuando la explotación proyectada sea mayor o igual a ochocientos mil (800.000) toneladas/año; b) Materiales de construcción y arcillas o minerales industriales no metálicos: Cuando la producción proyectada sea mayor o igual a seiscientos mil; c) (600.000) toneladas/año para las arcillas o mayor o igual a doscientos cincuenta mil (250.000) metros cúbicos/año para otros materiales de construcción o para minerales industriales no metálicos; d) Minerales metálicos y piedras preciosas y semipreciosas: Cuando la remoción total de material útil y estéril proyectada sea mayor o igual a dos millones (2.000.000) de toneladas/año; e) Otros minerales y materiales: Cuando la explotación de mineral proyectada sea mayor o igual a un millón (1.000.000) toneladas/año”. En consecuencia, las actividades inferiores a los umbrales señalados, no se encuentran regulados por licencia ambiental, y menos por reglamentación sectorial sobre cierre de minas.

⁴ En Colombia, el Código de Minas, no clasifica las actividades mineras dependiendo de su tamaño (ej. Grande, mediana y pequeña); cosa que sí lo hacía el Decreto 2655 de 1988 (por ej. el art. 28 reconocía la exploración de pequeña minería). Hoy, solo se ocupa una norma ambiental, el Decreto 1076 de 2015, tiene volúmenes dependiendo del tipo de mineral que extraen, y sirve para determinar quién es la autoridad competente —ANLA o CAR— para otorgar la licencia ambiental (ver art. 2.2.2.3.2.2.). No hay ley que defina esos volúmenes en minería, pero sí el Decreto 1666 de 2016 clasifica la actividad minera en: de subsistencia, pequeña, mediana y gran escala.



, ya sea por una inadecuada regulación, o por la incapacidad de cumplimiento con la misma, e incluso por una inadecuada definición de responsabilidades (Tokman, 2011). Ahora, la actividad minera no es una actividad ilegal, sino que una actividad muy regulada, y en muchos casos requiere de importantes inversiones. De aquí que es posible hipotetizar en que el problema de la informalidad minera, especialmente del cierre de minas, tiene relación con altos costos de inversión o cumplimiento. Adicionalmente, el problema de la informalidad en la minería no solo se debe a la carga de cumplimiento de la normativa de cierre de minas, sino que, a un fenómeno más amplio, y que recae en los posibles altos costos de transacción de la actividad empresarial (costos de emprendimiento) que abarcan áreas como los recursos humanos, el pago de impuestos, los costos de innovación, entre otros. Es importante hacer notar que esta hipótesis es coincidente con la escuela legalista de la informalidad, y que compite con otras teorías. Por ejemplo, otra explicación del mismo fenómeno se encuentra en reconocer que estas actividades son marginales y producen ingresos a los más pobres y es una red de seguridad en casos de crisis (por ejemplo, en los tiempos actuales de la COVID-19). Alternativamente, la escuela estructuralista sostiene que estas microempresas y sus trabajadores reducen costos, lo que aumenta la competitividad de empresas más grandes. Otra escuela, denominada voluntarista, afirma que los y las empresarias informales realizan sus actividades con el expreso propósito de evadir las regulaciones e impuestos sin atribuir esta conducta a los altos costos de cumplir, como lo hace la teoría legalista (Chen, 2012).

En el caso del sector minero colombiano, los mercados de pequeños productores mineros son extensos, con lo que el costo de hacer cumplir la legislación es muy alto. A juicio de estos consultores, una opción para enfrentar este problema de escalas es definir una norma sobre cierre de minas, pero adaptada al tamaño de cada actividad minera, de modo que se deba cumplir con el óptimo mínimo de protección. De esta forma, a nuestro juicio, tanto la estabilidad física como la química del cierre deben ser incluidas, además de asegurar la restauración del ecosistema. Sin embargo, no está demás señalar que para lograr el objetivo de una regulación óptima es importante que la normativa sea clara y única, pues no pueden convivir separadamente las materias ambientales de las mineras, pues se crean ineficiencias administrativas o costos de transacción.

El cierre de minas en relación con el derecho internacional de los derechos humanos y del ambiente

La adopción de esta Guía Sugerida de Cierre permite definir un estándar mínimo consistente con el nivel de desarrollo de la mediana y pequeña minería en los países Andinos. Este propósito no es inocuo, puesto que, por una parte, esta industria se desarrolla utilizando recursos de la naturaleza, con los que provee bienes y servicios; pero, que, por otra parte, si los recursos no son manejados adecuadamente, pueden producir daños a la vida y salud de las personas, y también al ambiente. De aquí que, la definición de un estándar mínimo produce varios beneficios:

- 1) Define el estándar de comportamiento esperado tanto de las empresas como de la



regulación Estatal, elemento esencial al momento de determinar responsabilidades frente a eventuales daños a la vida y salud de las personas, como al ambiente.

- 2) Acota discusiones sobre la aplicación de estándares de cierre de minas propio de sistemas más avanzados y que pueden ser irrealizables en contextos menos desarrollados. Hay que hacer presente que este argumento solo es válido al contar con un estándar mínimo, lo que resalta el rol de la presente Guía.
- 3) Permite a todos los actores del sector minero poseer reglas claras para invertir y operar.
- 4) Habilita a los reguladores y fiscalizadores tener claridad del conjunto de mecanismos comunes para lograr disminuir los impactos de los cierres de minas.
- 5) Una guía que contenga mínimos aceptables para los países de la región puede ser un aliciente para incorporar a la minería informal al cumplimiento normativo, pues permite un cumplimiento con bajos costos de transacción, en la medida que simplifica y racionaliza el proceso regulatorio.

Caso de los derechos humanos y la minería

Las actividades humanas producen diversos impactos. Por una parte, generan bienestar material y espiritual. Los beneficios sociales, culturales, económicos son un efecto positivo. Las sociedades satisfacen de esta forma sus necesidades de existencia, desarrollo y proyección futura. En el caso de la minería, como ya lo hemos mencionado, genera riquezas para las sociedades que han tenido la fortuna de poseer yacimientos mineros; lo que se traduce en inversiones, trabajos y desarrollo de otras industrias relacionadas que proveen de bienes y servicios a las empresas mineras. Habrá otros casos donde los efectos no serán del todo bienvenidos, lo que es consustancial con las actividades humanas. El impacto de las actividades mineras en el proceso de cierre de una mina, cuando es realizada por debajo los estándares esperados, puede transformarse en daño a las personas.

La degradación ambiental impacta los derechos de los seres humanos de múltiples maneras. Primero, afecta la vida y la salud de las personas, en la medida que puede provocar la muerte y enfermedad por diversas causas. La contaminación es una de las fuentes de aquel sufrimiento, la que da cuenta de 500 millones de muertes prematuras alrededor del mundo (Robinson y Kurukulasuriya, 2006). La degradación ambiental de suelo y del agua es un fenómeno ya revisado en este trabajo, a lo que se debe agregar la pérdida de biodiversidad, todo lo que redundará en el desmedro de la calidad de vida de las personas, afectando directamente sus derechos. Especialmente sensibles a esta conculcación son los grupos más vulnerables, como las mujeres,



los indígenas, la gente de menores recursos, los niños y otras minorías.

Cuando se habla de la conculcación de derechos nos referimos a unos de especial naturaleza. Así, los seres humanos, y crecientemente ciertos elementos de la naturaleza⁵, tienen derechos. Aun cuando existen diversas aproximaciones a qué se debe entender por derechos humanos (ver Wheatley, 2019), Naciones Unidas lo define como “aquellos derechos inherentes a todos los seres humanos, sin distinción alguna de raza, sexo, nacionalidad, origen étnico, lengua, religión o cualquier otra condición” (Naciones Unidas, 2016).

En la industria minera es posible identificar al menos 10 áreas de riesgo en relación con los derechos humanos (Business for Social Responsibility, 2017):

1. Los impactos ambientales, los que ya se han mencionado inextenso, pero se deben agregar los delitos ambientales y el daño ecológico puro.
2. Riesgos profesionales originados en el tipo de labores que imponen estas actividades.
3. Disrupción económica y social en las comunidades en que se emplazan estas actividades.
4. Incidentes de seguridad, ya sea privada o pública, en el ejercicio de las funciones que se les han entregado.
5. Adquisición de tierras en condiciones que puedan ser cuestionadas.
6. Comunidades indígenas a las que no se respetan sus derechos a ser consultados, o se les excluye o expropia.
7. Vulneración de derechos humanos por parte de la cadena logística.
8. Falta de integridad en las relaciones con el sector público, producto de la falta de transparencia y rendición de cuentas.
9. Impactos acumulativos producto de la sinergia que produce la existencia de más operadores en una determinada área geográfica.
10. La falta de acceso a la justicia, o la imposibilidad o limitación de acciones judiciales para hacer efectiva la responsabilidad de los actores intervinientes.

⁵ Alrededor del mundo, algunos gobiernos y tribunales de justicia han comenzado a reconocer algunos derechos a entidades no humanas. Ejemplo de esto es el reconocimiento como persona del Río Whanganui en Nueva Zelanda (2017), del Río Ganges y Yamuna en India (2017), o del Río Atrato en Colombia (2016). En tanto, en los Estados Unidos de Norteamérica los votantes de la ciudad de Toledo (Ohio) votaron afirmativamente la Carta de Derechos del Lago Erie. Hay que destacar que ya el año 2008, la Constitución Política del Ecuador ya había reconocido derechos a la naturaleza.



Lo importante de destacar es que la actividad minera puede controlar esos impactos y contribuir al respecto de los derechos humanos (Wachenfeld, 2018). Precisamente, la incorporación de regulaciones que manejen y gestionen los “impactos del sector” son una forma de evitarlos y asegurar que la actividad minera cumple con los estándares de conducta esperados.

La aproximación basada en los derechos humanos sugiere que, en la gobernabilidad del sector minero, las políticas, leyes y regulaciones sean desarrollados basándose en los principios de los derechos humanos. Para lograr este objetivo se debe promover la *“participación activa de aquellos potencialmente afectados, de forma transparente e inclusiva”*, asegurando la rendición de cuentas de las autoridades intervinientes (Wachenfeld, 2018). Para el sector minero, esto significa que sus *“políticas, leyes y regulaciones deben proteger los derechos que podrían ser impactados por la minería —como por ejemplo los derechos de los trabajadores mineros o los derechos de la comunidad al agua— y asegurar que, como mínimo, que cualquier acción por parte de las autoridades gubernamentales y de las empresas operando en el sector respeten los derechos humanos”* (Wachenfeld, 2018).

La presente guía de cierre de minas sugiere planificar anticipadamente tanto el cierre como el poscierre, así como implementar progresivamente las medidas necesarias para materializarlos. Un elemento relevante de incorporar es el involucramiento de las partes interesadas, en especial las comunidades de pueblos originarios y sus cosmogonías, en el proceso de definición del curso de cierre. Esto no es más que la manifestación del derecho de participación (Wachenfeld, 2018). De esta forma, la sugerencia es de incorporar las medidas de la presente guía en el proceso de evaluación ambiental, de modo de hacer coincidir las etapas de participación.

Algunas áreas sensibles para el respeto de los derechos humanos también se ubican tanto en el proceso de planificación como en el proceso de cierre y poscierre. La rehabilitación progresiva de las zonas mineras cerradas son un área de atención. Otra área de atención es el cierre temporal, el que debe ser una contingencia evaluada ex ante. El abandono, por su parte, debe incluir condiciones apropiadas para el respeto de los derechos humanos. De crucial relevancia es la existencia de mecanismos para evitar los incumplimientos de los planes de poscierre (Wachenfeld, 2018).

Desde otra perspectiva, áreas de riesgo adicional para los derechos humanos se encuentran en la destrucción ambiental (ej. Contaminación del agua por drenaje ácido de la mina, contaminación del suelo y del aire), deslizamientos fatales de tierra o barro, falla de tranques de relave, y subsidencia (Spohr, 2016).

La Convención Americana sobre Derecho Humanos (1969) y su Protocolo Adicional (Protocolo de San Salvador, 1988), cubren derechos como la protección al ambiente; el agua; la salud; la dignidad; protección judicial; condiciones justas, equitativas y satisfactorias de trabajo; la alimentación; los niños; los ancianos; los minusválidos.

En términos de acceso a la justicia, el sistema interamericano de protección de los derechos humanos representado por la Corte Interamericana de Derechos Humanos y la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, constituyen un mecanismo importante en su respeto. Es importante destacar que a diferencia de otras regiones del mundo y del trabajo de la Corte



Internacional de Justicia, el sistema interamericano es una excepción en cuanto a las reparaciones no monetarias a las que condena a quienes violan los derechos humanos. Usualmente los organismos internacionales se limitan a realizar investigaciones y declaraciones, o recomendaciones de pago. En tanto, los organismos regionales sí condenan a indemnizaciones, pero rara vez a reparaciones no monetarias (Shelton, 2015).

Responsabilidad social empresarial (RSE) minera en Colombia

Las empresas del sector minero en Colombia han sido duramente cuestionadas respecto al tema del ambiente y por su baja contribución al desarrollo social de las comunidades civiles en las que se ha efectuado la explotación. Pese a ello, varias empresas mineras han asumido la responsabilidad social empresarial como una conducta corporativa, mediante la priorización de temas como el respeto por el medio ambiente, los derechos humanos, el uso de reglas claras y equitativas con proveedores y distribuidores y el mejoramiento de las condiciones laborales. Algunas de tales empresas han desarrollado procedimientos de acercamiento con las comunidades que les han permitido conocer mejor su estructura y su razón de ser (UPME, 2014).

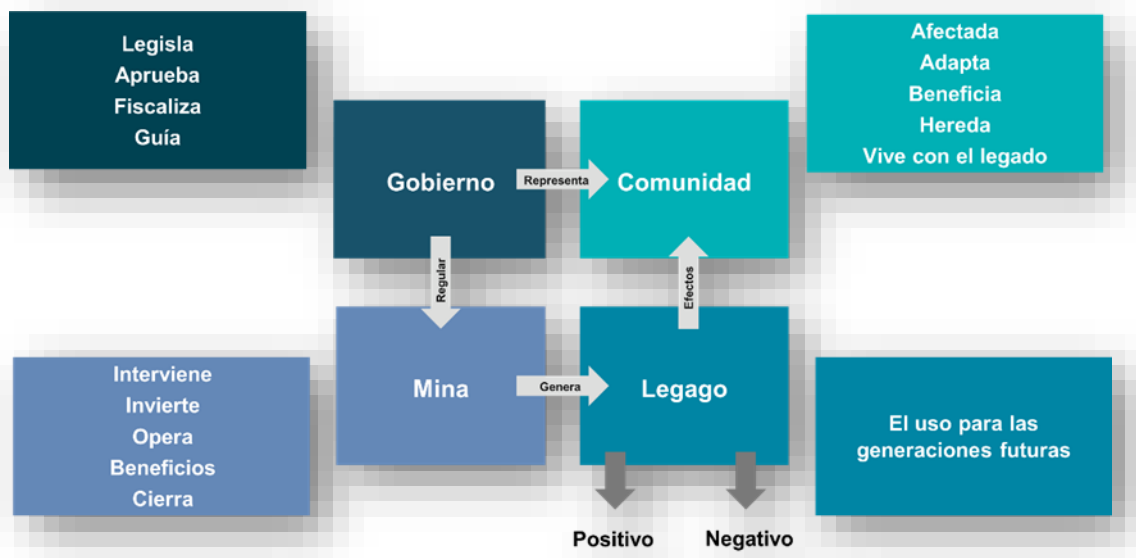
En general, los gerentes de las empresas mineras que operan en el país perciben la RSE desde la óptica filantrópica; sin embargo, en la práctica orientan las actividades en ese sentido a mitigar los daños causados por la empresa, es decir, una RSE de tipo operacional, que predomina sobre las otras modalidades (la filantrópica o la de tipo extensivo). Empero, la excepción se encuentra en las grandes compañías mineras, la mayoría extranjeras, que han pasado de la filantropía a la presentación de informes de gestión social y reportes de sostenibilidad en busca de la denominada licencia social, puesto que son ellas las que están sometidas a mayor presión por parte de los diferentes grupos de interés para modificar sus prácticas de tal manera que se logre un beneficio económico y social para las comunidades involucradas (Bruszies et al., 2016).

Es claro que la RSE en la mayoría de las compañías mineras en Colombia no es prioritaria (excepto las de la gran minería) y ello se evidencia en los siguientes aspectos (Bruszies et al., 2016):

- a) Los recursos financieros para impulsarla en la organización no hacen parte del sistema contable de la compañía, por lo que la continuidad de la RSE depende de las decisiones administrativas que se tomen.
- b) En las estructuras organizacionales es difícil encontrar un cargo de alto rango relacionado con la ejecución de la RSE y el desarrollo sostenible.
- c) La RSE y el desarrollo sostenible no hacen parte de la estrategia de la compañía ni de su modelo de negocio.

Pese a lo anterior, la llegada a Colombia de empresas extranjeras con estándares internacionales ha facilitado la implementación de la RSE en el sector minero, la que, aunque de manera lenta, ya está mostrando muy buenos resultados (Prada Poveda, Camacho Bueno y Marín Ochoa, 2016).

Efectos de la minería y su legado



Fuente: CEPAL

IMPACTOS

Impactos acumulativos

El desarrollo minero genera una serie de impactos acumulativos positivos a escala local y regional, tales como el desarrollo empresarial, el empleo y la provisión de servicios e infraestructura. Sin embargo, estos beneficios pueden ir acompañados de impactos de gran alcance que desafían las respuestas regulatorias y de gestión tradicionales, incluyendo:

- mayor cantidad de polvo y contaminantes en el aire;
- los efectos sobre la calidad del agua de las descargas de la mina;
- impactos visuales;
- conflictos por el uso de la tierra, en particular, en relación con las tierras agrícolas de alta calidad y de límites urbanos;
- pérdida de biodiversidad e impactos en los ecosistemas.



Cada uno de estos impactos está relacionado directa o indirectamente con complejos entornos sociales o biofísicos receptores, y cada uno de ellos implica efectos incrementales y combinados y procesos complejos de retroalimentación (Brereton, 2012).

Los impactos acumulativos de los proyectos mineros, así como la calidad y naturaleza del paisaje de rehabilitación y cierre, se han vuelto más importantes para la comunidad a causa de las minas inadecuadamente cerradas, cuyos impactos son vistos en un sentido colectivo.

Los impactos acumulativos son los impactos sucesivos, incrementales y combinados (tanto positivos como negativos) de una actividad en la sociedad, la economía y el ambiente (Brereton, 2012).

A menudo se considera que los enfoques para la gestión de los impactos acumulativos, que incluyen no solo las minas y las empresas sino, también, el gobierno, la comunidad y otras industrias, tienen el potencial de producir resultados de desarrollo sustentable. Entre los ejemplos de iniciativas de colaboración se pueden mencionar los siguientes:

- Multisectorial: a través del gobierno, la sociedad civil, el sector privado o cualquier combinación de estos.
- Multiindustria: múltiples industrias (como la minería, la vitivinicultura y la agricultura).
- Intraindustria: múltiples empresas dentro de una industria.
- Intergubernamental: múltiples departamentos gubernamentales, múltiples niveles de gobierno o ambos.

Antes de iniciar operaciones en un área determinada, las compañías mineras necesitan delinear los valores de biodiversidad en esa área. La información resultante es esencial para la identificación de los principales riesgos para la biodiversidad y el diseño efectivo de programas de manejo y objetivos de rehabilitación y cierre.

La fase inicial del monitoreo de la línea de base ambiental implica la revisión de la información básica disponible sobre los valores de la biodiversidad en los contextos locales, regionales y nacionales. En este espacio se podría agregar qué ocurre en Colombia respecto a esto y si tienen áreas vedadas a la minería como las reservas naturales protegidas o parques nacionales etc.

Biodiversidad local y regional



La biodiversidad describe la amplitud de la vida en la Tierra, desde las especies hasta los genes y los ecosistemas. La conservación de la biodiversidad es, y seguirá siendo, una consideración importante para la minería en el futuro. Esto se debe, en parte, a una creciente conciencia de su importancia, pero también a que la industria opera, a menudo, en zonas remotas y ambientalmente sensibles del mundo.

Demostrar un compromiso con la conservación de la biodiversidad es ahora un elemento esencial del desarrollo sustentable para las industrias minera y metalúrgica. La minería tiene el potencial de afectar la biodiversidad a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, tanto directa como indirectamente, si no se toman las medidas correctas de producción.

- Los impactos directos o primarios de la minería pueden ser el resultado de cualquier actividad que involucre remoción de tierras, tales como construcción de caminos de acceso, perforación de exploración, desbroce de manto vegetal, construcción de depósitos de relaves y descargas directas a cuerpos de agua (disposición de relaves fluviales) o al aire (tales como polvos o emisiones de generación). Este tipo de impactos suelen ser fácilmente identificables.
- Los impactos indirectos o secundarios pueden ser el resultado de los cambios sociales o ambientales inducidos por las operaciones mineras, y a menudo son más difíciles de identificar inmediatamente. El potencial de impactos significativos es mayor cuando la minería se produce en zonas remotas, ambiental o socialmente sensibles.

Un impedimento clave para el manejo de la biodiversidad puede ser, el conocimiento taxonómico limitado dentro de los países. Para la industria minera, esto significa una incertidumbre significativa en la evaluación de la biodiversidad antes de la explotación minera, particularmente en las regiones biodiversas y poco catalogadas.

A pesar del significativo potencial de impactos negativos en la biodiversidad de sus operaciones, las compañías mineras pueden hacer mucho para minimizar, prevenir o incluso eliminar tales impactos en áreas identificadas como apropiadas para la minería. También tienen muchas oportunidades para mejorar la conservación, sin modificaciones a la biodiversidad en sus áreas de operaciones.

La práctica principal se demuestra cuando las empresas desarrollan herramientas y enfoques que mejoran la gestión de los impactos sobre la biodiversidad. Aplicar la jerarquía de mitigación, donde se contempla el evitar, minimizar, rehabilitar y finalmente remediar demuestran el cambio de paradigma.

Las buenas prácticas, la colaboración y el pensamiento innovador pueden promover la conservación de la biodiversidad en la industria. En este sentido, durante la ejecución del proyecto se han promovido estos aspectos a través de la generación de relevamientos de especies vegetales (censos florísticos), bioprospección de especies nativas productoras de aceites esenciales, colecciones o bancos de germoplasma, viverización de especies silvestres con



generación de protocolos para su producción a escala y estudios de biodiversidad microbiana de los suelos, a través de estudios metagenómico.

Mitigación y compensaciones

La mitigación y las compensaciones están siendo cada vez más consideradas por los reguladores gubernamentales y las compañías mineras a lo largo del planeta.

- La **mitigación** se refiere generalmente a las medidas adoptadas para evitar, minimizar, rehabilitar y compensar los efectos de los daños ambientales directos o indirectos.
- Las **compensaciones** son acciones que proporcionan beneficios que contrarrestan los impactos ambientales residuales significativos de un proyecto o actividad.

A diferencia de las acciones de mitigación, que se llevan a cabo in situ como parte del proyecto y reducen el impacto directo de este, las compensaciones se llevan a cabo fuera del área del proyecto y contrarrestan los impactos residuales significativos.

Cuando se aplican, estos conceptos pueden equilibrar eficazmente el acceso a los recursos minerales con la protección de los valores de la biodiversidad. Es probable que el desarrollo ulterior de estos enfoques ofrezca cada vez más oportunidades a la industria minera en su intento de adoptar prácticas de gestión sustentables.

La interdependencia entre las personas y la biodiversidad es más evidente para algunos pueblos aledaños al proyecto minero que otros, que pueden llevar un estilo de vida de subsistencia y ser críticamente dependientes de la biodiversidad, o cuya cultura e historia están íntimamente relacionadas con el ambiente y los ecosistemas naturales. En muchas culturas occidentales, aunque nuestra dependencia de la biodiversidad se ha vuelto menos tangible y evidente, sigue siendo de importancia crítica (ICMM, 2006).

CAMBIO CLIMÁTICO

Concientización de las condiciones futuras

El cambio climático, ya sea provocado por causas naturales o por la intervención humana, puede dar lugar a modificaciones en la probabilidad de que ocurran –o se magnifiquen– los fenómenos meteorológicos extremos, como las precipitaciones por demás excesivas o los períodos cálidos (Cubasch, 2013).



La ciencia del clima indica los riesgos e incertidumbre asociados con las tendencias y los extremos climáticos en el futuro. Las minas en proceso de cierre y las que están mal cerradas o fueron abandonadas son vulnerables al cambio climático, y pueden requerir adaptación e investigación para asegurar la entrega de rehabilitación resiliente en los paisajes posminería. Es evidente que el cambio climático plantea enormes desafíos a las compañías mineras, gobiernos y sociedades que renunciaron a la gestión de esos sitios.

Las medidas de adaptación climática deben integrarse en los diseños a corto, mediano y largo plazo para el cierre de minas, caso contrario los poscierres se prolongarán excesivamente. Y, quizás, sin la inclusión adecuada de este factor, muchos cierres de minas necesitarán ser manejados a perpetuidad. Esto es particularmente importante cuando se planifican procesos de cierre asociados a estrategias de fitorremediación, donde la sostenibilidad de los cultivos es crucial.

En este sentido, la estabilidad ambiental de los cultivos implantados en un sitio minero rehabilitado y cerrado está influenciada por los cambios en:

- la cantidad y la intensidad de lluvia;
- la variación de las tasas de evaporación;
- los promedios y extremos de temperatura;
- la frecuencia y la intensidad de incendios naturales, y
- otros cambios fuera del sitio minero.

Los niveles moderados de inversión en los programas de cierre aumentan la capacidad de hacer frente a futuros riesgos climáticos (Mason, 2013). Tanto los riesgos a corto como a largo plazo están asociados con la incertidumbre climática cuando se emprenden los trabajos de rehabilitación y la planificación del cierre. En breves periodos de tiempo, la incertidumbre estacional de las precipitaciones y temperaturas puede influir en el éxito o fracaso de una o más estaciones de rehabilitación. Si la lluvia se retrasa o es inadecuada, entonces la germinación y el cultivo de los procesos de revegetación pueden fallar. Por el contrario, si la precipitación es mucho más intensa de lo que se ha experimentado, los controles de drenaje podrían resultar destruidos si no se diseñaron adecuadamente.



Imagen 1: aridez en la zona de implantación de limoncillo (*Cymbopogon citratus*) a campo en temporada estival de bajas precipitaciones.

Ingeniería para la rehabilitación del sitio

En algunos casos, el ángulo de inclinación de los taludes o terraplenes de los vertederos mineros que deben permanecer en el largo plazo debe adaptarse a las diferentes condiciones climáticas. Esto es particularmente importante cuando las cubiertas se integran en el diseño final del talud. Para definir las características de las formas geomorfológicas estables de los suelos tras la explotación minera a largo plazo, es necesario el modelado de la erosión y un enfoque geomórfico del diseño de la forma del suelo y el drenaje.

Las líneas rectas, las superficies planas, las formas angulares del terreno y los drenajes trapezoidales pueden ser más fáciles de diseñar y eficientes de construir para los ingenieros, pero pueden ser intrínsecamente inestables si el diseño no integra principios geomórficos.



La industria minera y los gobiernos son juzgados por su capacidad para mitigar y gestionar los riesgos de cierre y regular adecuadamente las minas, para que el cierre de minas sea efectivo. Esta necesidad se agudiza cuando las industrias y los gobiernos se enfrentan a mayores expectativas de la comunidad en cuanto a la estabilidad a largo plazo de las formas de tierra posminería y a una mayor incertidumbre en el clima.

A menudo se pasa por alto la importancia de una caracterización y gestión exhaustivas de los materiales (incluidos los suelos y los residuos) para el manejo de los residuos. El nivel de caracterización y gestión requerido depende de la naturaleza del proyecto y de los factores ambientales específicos del sitio; sin embargo, se ha reconocido ampliamente que estos factores son críticos para la rehabilitación y cierre exitosos de la mina y para el logro del uso deseado del suelo después de la explotación minera.





Imagen 2: cárcava en el talud de la escombrera generada por la intensas precipitaciones que siguen a los períodos de sequía.

Manejo de residuos mineros

La minería y el procesamiento de minerales *in situ* no alteran normalmente la composición química del mineral ni de los desechos asociados, aunque los residuos del proceso pueden contener sustancias químicas o contaminantes potenciales.

El riesgo de contaminación geoquímica se deriva del reducido tamaño de las partículas, provocado por la extracción y molienda y el entorno oxidante en el que se almacenan los residuos. El tamaño reducido de las partículas mejora las interacciones agua-roca y atmósfera-roca, aumentando la velocidad a la que las reacciones químicas pueden ocurrir en superficies minerales expuestas. La fragmentación progresiva de las rocas expone aún más superficies minerales frescas en las que las reacciones pueden ser particularmente rápidas.

Si bien la caracterización de suelos y residuos debe comenzar durante la fase de exploración y continuar a lo largo de todas las etapas de la operación, es esencial que la caracterización del material sea el motor clave en el proceso de planificación.

El manejo y el almacenamiento temporal de materiales residuales pueden afectar en gran medida el potencial de contaminación ambiental, tanto sea durante la minería como después del cierre.

La caracterización temprana de los materiales permite desarrollar planes para evitar riesgos potenciales y obtener el máximo beneficio de ellos, que puede ser particularmente adecuado para la construcción de la infraestructura del sitio o para su uso en la rehabilitación. Muchos materiales de regolito y roca de desecho, una vez perturbados y traídos a la superficie durante las operaciones mineras, se comportan de manera diferente cuando están fuera de su entorno natural. Estos materiales a menudo tienen propiedades intrínsecas que dificultan su gestión e incorporación en formas de tierra construidas.

El desarrollo de un inventario de desechos mineros, que incorpore los volúmenes, sus características y su ubicación dentro de las formas de desechos construidos, puede ser de gran ayuda para la planificación, construcción, rehabilitación y cierre de las formas de desechos y TSF (Instalaciones de almacenamiento de relaves). La planificación de la gestión de los materiales de desecho y su colocación y el diseño apropiado de la forma del terreno en las primeras etapas de la gestión de residuos puede reducir significativamente la gestión adicional y los costos asociados con la posterior manipulación o reelaboración de los vertederos hacia el final de la gestión de residuos o en el momento del cierre.

La gestión de los desechos mineros debe considerarse en términos de un modelo de contaminación dinámica en el que se identifiquen el carácter físico, la fuente química, el modo de transporte y el sumidero químico. Si bien a largo plazo es inevitable un cierto grado de erosión



y liberación de sustancias químicas de los residuos almacenados, el objetivo es prevenir los impactos externos y la contaminación química. Es decir, garantizar que la tasa de liberación de sustancias químicas no dé lugar a concentraciones que dañen la salud humana o el ambiente. Para ello, es necesario identificar las partes del ambiente más sensibles, como la flora, la fauna, las aguas superficiales y las subterráneas. Las dificultades que se plantean en la restauración de los ecosistemas en funcionamiento en esas formas terrestres, a menudo bajo rangos extremos de temperatura y precipitaciones, a menudo pueden incrementarse por las propiedades del material de desecho.

La caracterización física, química y geoquímica de los materiales de desecho de la mina se utiliza para identificar residuos potencialmente problemáticos, por ejemplo: desechos que pueden formar ácidos; soluciones salinas o unidades de desecho inadecuadas para su uso como medio cercano a la superficie; materiales que retengan agua o que, por el contrario, impermeabilicen el suelo.

La identificación de estas características consideradas, junto con las condiciones climáticas locales, los efectos del cambio climático, la forma en que es probable que los materiales de desecho se deterioren y se desarrollen con el tiempo, y los objetivos y criterios de cierre, son fundamentales para el diseño apropiado de las formas del suelo.

Gestión de riesgos

Los riesgos asociados a las fases de cierre y poscierre cubren los tipos de consecuencias económicas y no económicas. Estos riesgos son a largo plazo. Deben tenerse en cuenta las expectativas de la comunidad local, el gobierno, los propietarios de tierras, los propietarios de propiedades vecinas y las ONG.

Un proceso de cierre bien planeado y administrado protegerá a la comunidad de las consecuencias no intencionadas mucho después de que la compañía minera haya dejado el distrito y protegerá la reputación de la compañía.

La gestión de riesgos es una parte esencial de la planificación y gestión de minas. Un sistema de gestión de riesgos adecuado permite que una operación los identifique y desarrolle controles para lograr el cierre definitivo sustentable de la mina.

Un método para incorporar la planificación de riesgos en la de cierre es desarrollar un registro de riesgos que incorpore las medidas de control para mitigarlos.

El gráfico 1 muestra que la identificación temprana de los riesgos de cierre en la fase de planificación de una mina permite evitarlos, o bien minimizar las acciones de cierre utilizando controles incorporados en los diseños y procedimientos operativos (ICMM, 2008).

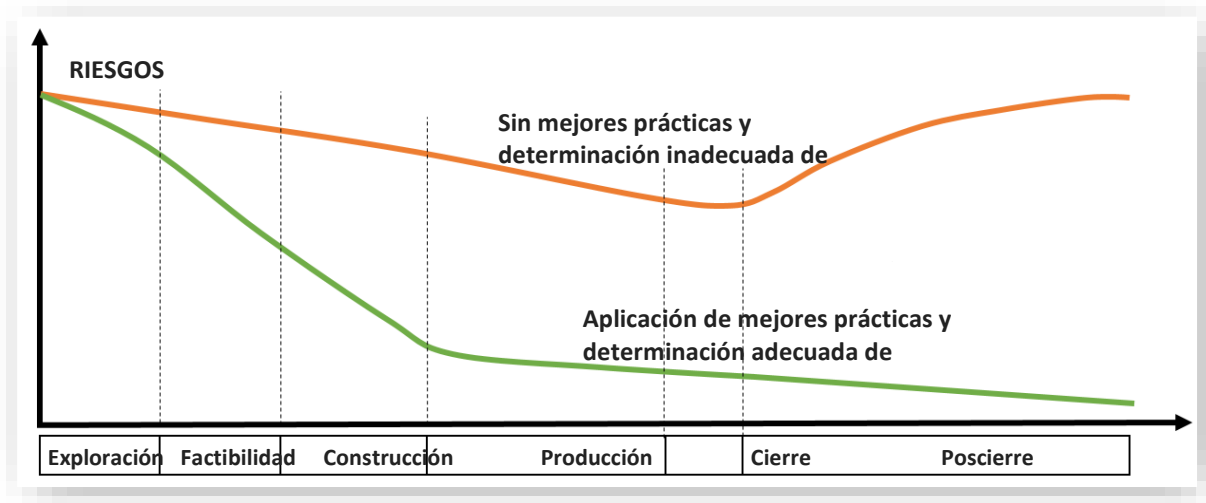


Gráfico 1. Práctica de gestión de riesgos a lo largo de la vida útil de la mina.

Desarrollo y evaluación de opciones de cierre

Si bien es una herramienta útil, una evaluación de riesgos por sí sola suele ocuparse solo del control de los impactos potencialmente negativos para el ambiente o la sociedad. En general, no fomenta una revisión de la manera en que un legado social, ambiental y económico positivo puede dejarse tras el cierre, y por sí sola no proporciona un marco útil para la toma de decisiones sobre el valor que se da a un determinado gasto.

El valor del ecosistema posterior a la explotación minera o de los resultados ambientales suele ser subjetivo y difícil de cuantificar de manera significativa. Las organizaciones de manejo de recursos naturales utilizan varios modelos para ayudar a priorizar los valores asociados con un área e identificar las mejores opciones de inversión para proteger o mejorar esos valores.

Algunas corporaciones mineras están utilizando estos enfoques para ayudar a identificar oportunidades, para dejar un legado positivo y para evaluar qué opciones de cierre proporcionan el mejor equilibrio entre los beneficios sociales, ambientales y económicos.

Dada la dificultad de evaluar en términos absolutos los ecosistemas posminería o los resultados ambientales, la mayoría de los modelos proporcionan un marco para comparar de manera transparente los costos y resultados asociados con diferentes opciones de manejo, las cuales ofrecen distintos resultados sociales, ambientales y económicos.

Al evaluar las opciones de cierre de minas, el uso de estos modelos requiere que las compañías cambien su manera de pensar: de los resultados ambientales posteriores al cierre en el sitio a la forma en que los resultados se relacionan con un contexto social, ambiental y económico a escala de paisaje.

La evaluación también necesita ser informada por medio de consultas con una variedad de partes interesadas, ya que la valoración humana de los servicios de los ecosistemas debe ser bien



entendida y está influenciada por el contexto social, ambiental y económico de un área.

Incorporación de los costos de los riesgos en el cálculo financiero

Lo ideal sería que el plan de cierre aborde los riesgos de cierre a niveles aceptables; sin embargo, siempre habrá un nivel de riesgo residual o incertidumbre que requiera una evaluación y gestión adicionales. Estas incertidumbres incluyen el éxito o el fracaso de la opción elegida, incluyendo fallas causadas por eventos estocásticos como terremotos, condiciones climáticas extremas o incendios. Dada la larga duración que implica el cierre definitivo de minas, la evaluación del riesgo residual de las opciones de cierre requiere un enfoque a largo plazo.

La metodología utilizada para estimar los costos asociados con la ejecución del plan de cierre de minas debe tenerlos en cuenta con el tratamiento de los riesgos residuales como contingencia.

Utilización del riesgo para establecer un sistema de cierre de mina

Las decisiones tomadas a lo largo del LOM pueden afectar la responsabilidad de cierre asociada con la mina. Los pasivos relacionados con esas decisiones se pasan fácilmente por alto si el enfoque en ese momento es uno de los beneficios de producción a corto plazo.

Una forma de centrar la atención en las implicaciones de las decisiones clave sobre la responsabilidad por el cierre es considerar una evaluación del riesgo empresarial sobre una base cíclica regular. Típicamente, tales evaluaciones de riesgo consideran toda la gama de riesgos que surgen durante y después del cierre como resultado de las decisiones tomadas sobre la infraestructura y la planificación de la mina, incluyendo riesgos ambientales, de seguridad, sociocomunitarios, técnicos, financieros y de reputación.

Para facilitar la comparación de los costos y los riesgos asociados con las diferentes decisiones que afectan a los pasivos por cierre de minas, una evaluación comercial suele expresar cada categoría de riesgo en términos financieros. Por ejemplo, los riesgos ambientales derivados del cierre podrían cuantificarse por los costos para la empresa minera de:

- remediación de cualquier impacto ambiental;
- reingeniería de las formas terrestres para evitar que se repita un problema;
- multas por incumplimiento;
- fuertes impactos con los inversores, derivados de una mala reputación ambiental.

Las empresas suelen utilizar una evaluación del riesgo empresarial para desarrollar un sistema de gobernanza que centre la atención en las decisiones que tienen más posibilidades de afectar la responsabilidad del cierre de una mina.

Un objetivo a largo plazo, que requiere consideración en la etapa de diseño del proyecto, es el



uso de la tierra posterior a la explotación minera, que debe ser discutido en consulta con las partes interesadas –comunidades involucradas - para evitar un aumento en los costos generales de la gestión de las tierras.

El argumento empresarial a favor de la sustentabilidad en la rehabilitación y cierre de minas

Uno de los propulsores empresariales más fuertes para la rehabilitación progresiva de minas y el manejo sistemático del cierre es el conocimiento bien documentado del enorme costo en que se incurre si las operaciones mineras no se cierran correctamente.

La rehabilitación no sustentable en las minas activas sigue produciéndose en algunos lugares del planeta, a pesar del ejemplo de muchas minas inadecuadamente cerradas en todo el mundo. Se debe investigar y comprender los cierres fallidos para demostrar a la comunidad que la minería es un “uso” de la tierra en una secuencia de usos de la tierra.

Realizar una rehabilitación progresiva antes del cierre puede ayudar a reducir la responsabilidad y, al mismo tiempo, aumentar la certeza de que existe una receta de rehabilitación sustentable.

El argumento comercial para la rehabilitación progresiva es multifacético, con aspectos tangibles e intangibles.

- Entre los beneficios tangibles se incluyen la disminución de la seguridad financiera, el cumplimiento de los requisitos reglamentarios y una mayor precisión en la determinación de los costos para la rehabilitación sustentable en la provisión de los cierres.
- Los beneficios intangibles incluyen aquellos relacionados con los plazos y las aprobaciones de proyectos. Cuando se puede demostrar la rehabilitación sustentable y una licencia social continua para operar, se manifiesta a las partes interesadas externas que la minería puede ser un uso de la tierra valorado, responsable y transitorio.

También existen barreras potencialmente significativas para hacer un caso de negocios convincente para la planificación temprana del cierre y la rehabilitación progresiva. Generalmente se centran en las realidades económicas, la falta de incentivos para hacerlo bien o la de consecuencias por hacerlo mal. Por ejemplo, el hecho de que la mayoría de las empresas se centre en el valor actual neto (VAN) significa que existe un fuerte desincentivo para adelantar cualquier costo asociado con el cierre, incluidos los de la rehabilitación progresiva. Además, mientras que el valor actual neto (NPV) reduce el pasivo contabilizado en cualquier momento (potencialmente más del 50%, en algunos casos), los tipos de interés de las garantías bancarias hacen que el incentivo para reducir la responsabilidad de los conductores puramente financieros sea algo difícil de llevar a cabo. La tentación, dadas las barreras mencionadas antes, es hacer un trabajo mínimo en la planificación de cierre hasta lo más tarde posible en la “vida de la mina” (LOM).

Las mejores prácticas implican la plena integración de la planificación e implementación de cierres en todas las etapas de la LOM, desde la exploración hasta la cesión.



Al tratar de presentar el caso de negocios para comenzar a planificar el cierre temprano, uno de los puntos centrales debe ser el creciente nivel de detalle desde las actividades iniciales de desarrollo de una mina hasta el cese de las operaciones. Esto asegura que los escasos recursos no se desperdicien desarrollando demasiados detalles en los planes tempranos, cuando los fundamentos pueden cambiar, lo que lleva a resultados de cierre significativamente diferentes. Sin embargo, esto también garantiza que las actividades de planificación con plazos de entrega importantes se inicien en una etapa apropiada del proceso de cierre, con un grado de detalle cada vez mayor según sea necesario.

Parte del argumento comercial para ello es el concepto de "sin sorpresas", es decir, garantizar que todos los riesgos potenciales se identifiquen lo antes posible y se gestionen en el momento adecuado en el proceso de planificación de cierre. El riesgo es una consecuencia inevitable de las operaciones mineras, y hay razones comerciales para adoptar un enfoque de gestión del riesgo que sea sólido y completo. Un método para incorporar la planificación de riesgos en la de cierre consiste en desarrollar un registro que incorpore las medidas de control para mitigar los riesgos identificados.

Cambiar el paradigma de la planificación del cierre y la rehabilitación progresiva requiere un caso de negocio multifacético, enfatizando los beneficios tangibles e intangibles, un examen de las barreras percibidas y reales, y la influencia de los líderes principales en la organización minera.

Es importante destacar que esto a menudo requiere que los profesionales del cuidado del ambiente, a quienes se les pide que expongan argumentos convincentes, cambien su perspectiva y consideren el tema bajo una nueva luz, informada por los antecedentes de los líderes principales a los que intentan influir.

A menudo se necesita un equipo de integración para asegurar que la minería y la construcción de nuevas formas de tierra, el manejo de desechos de relaves, el desarrollo de infraestructura, el manejo del agua y la participación comunitaria se integren en torno a la visión de cierre. Esto asegurará que los objetivos sean claros y que el papel de cada departamento esté articulado. El equipo también debe participar en el proceso de evaluación del riesgo de cierre y rehabilitación, de manera que se comprendan los riesgos y las medidas de control.

Rehabilitación progresiva

La rehabilitación progresiva es un proceso de LOM que permite alcanzar los objetivos de uso de la tierra posminería.

Los beneficios de la rehabilitación progresiva incluyen:

- Reducir la "huella" global de la mina que no ha sido rehabilitada.
- Permitir ensayos de diversas opciones de rehabilitación y cierre y demostrar a la comunidad en general los resultados satisfactorios de la rehabilitación.
- Demostrar compromiso con las partes interesadas y los empleados de que la mina tiene un programa activo de rehabilitación y cierre.
- Reducir los costos totales del cierre.



- Reducir el riesgo de fracaso y la responsabilidad final.

Los movimientos de tierras más rentables se consiguen cuando se integran en el plan operativo de la mina. Por ejemplo, cuando la roca de desecho se transporta fuera de un pit a cielo abierto y se coloca en una forma de vertedero, puede ser transportada a una que necesite una cubierta de material vegetal para reducir la erosión. En lugar de manejar el material por partida doble, el costo inicial adicional en el transporte del material es compensado con creces por la rehabilitación progresiva, rentable y oportuna resultante.

La naturaleza de la superficie de la forma del suelo afecta directamente a objetivos críticos a largo plazo, tales como la resistencia a la erosión, la integridad de la compactación de los desechos hostiles, la capacidad de aceptar y almacenar las lluvias y la de apoyar el crecimiento de las plantas y la generación de un nuevo manto vegetal. En última instancia, la configuración de la pendiente y la naturaleza del material de superficie en esas pendientes deben interrelacionarse, estando el ángulo y la longitud de la pendiente limitados por la capacidad relativa del material de superficie para resistir la erosión. Las poblaciones vegetales son, por lo general, uno de los resultados más visibles de la rehabilitación de la mina y, por lo tanto, son un enfoque lógico de la planificación de la rehabilitación; sin embargo, el éxito en el establecimiento depende de la creación de un ambiente apropiado del suelo que forme una cubierta vegetal funcional y estable.

Lamentablemente, en algunos sectores de la industria minera, el deseo por la planificación de cierre y la rehabilitación progresiva puede cambiar rápidamente a medida que se transforma la viabilidad financiera de las operaciones. Muchas de las variables que afectan la viabilidad, tales como los precios de las materias primas, las divisas, etc., están fuera del control directo de la operación minera. Sin embargo, los efectos de tales fluctuaciones pueden ser mejorados a través de una planificación eficaz y la construcción de trabajos de cierre progresivos en el ciclo estándar de las operaciones mineras. Las actividades que son esenciales en la progresión de un área rehabilitada hacia los objetivos de cierre y los criterios de conclusión acordados incluyen:

- la reparación y el mantenimiento de los movimientos de tierras después del cierre;
- el mantenimiento del drenaje superficial;
- el monitoreo de la vegetación y cultivos de aromáticas;
- las tareas de cuidado, como el manejo de incendios y malezas;
- el manejo y la protección de los animales de pastoreo;
- los sistemas de tratamiento del agua, y
- el mantenimiento y la gestión de los datos de monitoreo en curso.

Oportunidades de uso de la tierra después de la explotación minera

La industria moderna reconoce que la minería es un uso temporal del suelo. En consecuencia, existe la responsabilidad de reducir al mínimo las perturbaciones, crear formas de tierra estables y no contaminantes, llevar a cabo una rehabilitación progresiva cuando sea factible y, en el



momento del cierre, permitir usos posteriores de la tierra que beneficien a las comunidades locales y regionales.

Los conceptos de cierre planeado y uso secuencial de la tierra no son exclusivos de la minería, sino que son desarrollos relativamente recientes.

A escala local, las empresas mineras pueden ser importantes propietarios de tierras, por lo que tanto, las tierras operativas y las no operativas deben ser gestionadas teniendo en cuenta sus usos actuales y futuros. La planificación del cierre tiene como objetivo asegurar que la mayor cantidad posible de tierra pueda ser utilizada de manera segura y sustentable para subsecuentes actividades agrícolas y otras actividades económicas o de conservación y uso comunitario. Es imperativo que los interesados directos y el proponente lleguen a un conjunto acordado de objetivos de cierre y criterios de finalización para el sitio que permitan a la compañía renunciar al sitio cumpliendo con los requisitos legales y regulatorios y que, sobre todo, satisfaga las expectativas de la comunidad. Aquí, la propuesta de rehabilitación de las tierras mineras a la explotación extensiva de aromáticas, como insumo principal para la motorización de microemprendimientos basados en el uso de sus aceites esenciales, cobra un rol fundamental en esta integración

Comenzar una discusión abierta utilizando el marco de trabajo entre las empresas mineras, las comunidades involucradas y los gobiernos nacional y provinciales es el punto de partida para poder realizar un cierre de minas aceptado por todos.

Después de la explotación minera, las zonas afectadas se rehabilitarán, pero la minería de superficie a gran escala moderna inevitablemente da lugar a una transformación sustancial del paisaje. Además de los efectos físicos sobre este, los proyectos mineros conforman la identidad cultural de las comunidades, a veces durante generaciones. Este patrimonio, industrial y cultural, puede ser una fuente de fortaleza y orgullo para la comunidad. Por lo tanto, los planes de cierre deben reflejar las circunstancias locales y basarse en sus fortalezas, que son un factor potencialmente importante para hacer una transición exitosa después del cierre de la mina. Fomentar la confianza y las buenas relaciones de trabajo para asegurar la participación de la comunidad y desarrollar una responsabilidad compartida, y la propiedad de las actividades posteriores al cierre, debe ser un objetivo de la planificación y consulta a lo largo del LOM. Tal confianza y colaboración no es probable que se materialicen si el esfuerzo se deja para el cierre, o después del anuncio de cierre.

Las opciones para el uso del suelo después de la explotación minera son muchas y variadas.

Además de las expectativas de microeconomías asociadas a la rehabilitación de las tierras mineras, la publicación “*101 things to do with a hole in the ground*”, de Georgina Pearman (2009), recopila ejemplos de usos del suelo posminería que destacan por su singularidad, atractivo estético, espectáculo, o simplemente buen diseño. El libro también dedica una sección a la regeneración liderada por la comunidad, destacando los proyectos que han tenido un efecto positivo y duradero en sus comunidades, en contraste con la imagen convencional de declive social y económico después del cierre de una mina.



En algunos casos, el turismo centrado en el patrimonio minero puede ser una gran oportunidad que se presenta después de la explotación. Deberían explorarse los vínculos entre el patrimonio minero y otros atractivos patrimoniales de la misma región. Ciudades enteras y minas múltiples o individuales, y su infraestructura asociada que puede tener altos valores patrimoniales, son una gran oportunidad.

Las comunidades involucradas y el cierre de minas

La industria minera colombiana se ha comprometido con el desarrollo social y económico de las comunidades en las que operan las empresas. Esto implica un compromiso para minimizar los posibles impactos adversos de la minería en esas comunidades, y también plantea la cuestión de cómo mantener o mejorar el bienestar y la sustentabilidad social de las mismas.

En muchas zonas remotas y regionales, las operaciones mineras constituyen la única actividad económica predominante. El establecimiento de una explotación minera o de procesamiento de minerales casi siempre trae consigo una importante infraestructura a la comunidad local y a la región en general. Por lo tanto, la industria puede desempeñar un papel fundamental y contribuir al desarrollo económico regional a través de la formación y las oportunidades de empleo en una amplia gama de profesiones y servicios.

Los proyectos de fomento de la capacidad comunitaria durante la fase operacional de una mina requieren la planificación y ejecución de iniciativas específicas para esa comunidad, a menudo en asociación con otras partes interesadas, a fin de obtener resultados positivos a largo plazo.

La participación efectiva de los interesados directos es una parte integral del desarrollo de la comunidad, pero el proyecto minero también puede comprometerse con otros propósitos; por ejemplo, para abordar las preocupaciones de la comunidad sobre los impactos ambientales.

El desarrollo de la comunidad implica algo más que la simple interacción con ella. El desarrollo de programas debe ser impulsado por las necesidades de la propia comunidad, no por la empresa, y debe procurar contribuir al fortalecimiento a largo plazo de la viabilidad de la comunidad.

El enlace entre las compañías mineras y la comunidad es importante en cada etapa de la operación de la mina y una parte vital para lograr un legado minero positivo.

Aquí, por ejemplo, la inclusión de las comunidades locales y en especial la de pueblos originarios en la bioprospección de recursos naturales de interés tecnológico para el cierre de mina puede ser fundamental, ya que no solo estrecha vínculos de confianza desde la etapa exploratoria, sino que incluye al desarrollo tecnológico aspectos más difíciles de contemplar desde una mira “urbana”.

Participación de las partes interesadas

A menudo, una empresa comienza a comprometerse con los grupos de interés antes de –o durante– las actividades de exploración. En algunos casos, son necesarias las negociaciones y el consentimiento de los poseedores de tierras y los vecinos en general.

Tanto las primeras impresiones, como la calidad del compromiso comunitario en esta etapa



temprana son muy importante, ya que influirá en las relaciones futuras. La participación de las partes interesadas es una herramienta importante en la planificación de los cierres. Los planes de cierre de minas solo tienen relevancia en la comunidad y el contexto en el que se diseñan y comunican.

Al medir y monitorear el compromiso y desarrollo de la comunidad –antes, durante y después del cierre–, la compañía tendrá la oportunidad de:

- Obtener el acuerdo de las partes interesadas, en las primeras etapas del proceso de planificación minera, sobre el uso del suelo después de la explotación y los criterios de finalización para un conjunto de objetivos.
- Obtener retroalimentación de todas las partes sobre las opciones y alternativas, incluyendo los saberes ancestrales y cosmogonías de las comunidades.
- Construir relaciones de confianza o reparar relaciones fracturadas.
- Mantener su licencia social para operar.
- Ayudar a mitigar la dependencia.
- Evaluar la eficacia de los planes de cierre y participación comunitaria.
- Aumentar el potencial de cierre sustentable de minas.
- Mejorar las oportunidades para el desarrollo de la comunidad, que surgen de las fases activas de la minería y del cierre de minas.

La participación continua de las partes interesadas es fundamental para que la comunidad tenga la capacidad de pasar a la fase de cierre lo más fácilmente posible.

La licencia social para operar

El compromiso de liderar la práctica del desarrollo sustentable es un prerrequisito para que una empresa minera logre y mantenga su licencia social para operar en la comunidad.

Una licencia social tiene muchos beneficios intangibles pero significativos para las empresas, que a su vez pueden influir profundamente en las percepciones de las comunidades, las ONG y otras partes interesadas asociadas con las operaciones mineras existentes o propuestas.

A menos que la comunidad esté comprometida y apoye la operación minera, puede haber oposición y confrontación.

La falta de conocimiento y comprensión a menudo conduce a temores en la comunidad acerca de la propuesta minera. Los conceptos erróneos suelen dar lugar a objeciones y dificultades, las



cuales no tienen un propósito constructivo ni promueven un espíritu de cooperación.

Las operaciones mineras dirigidas por las corporaciones han sido interrumpidas en muchas ocasiones en el pasado reciente por estos motivos.

La interacción disfuncional con la comunidad distraerá en última instancia a la gerencia de su enfoque principal, que es operar eficientemente la mina. Las empresas mineras, en particular las que operan en el mundo en desarrollo, mantienen su licencia social para operar emprendiendo diversas iniciativas, incluyendo en particular el empleo de la población local y la capacitación, y proporcionando habilidades en negocios o empresas que perdurarán después del cierre de la mina.

Consideración de las comunidades locales en la gestión y el seguimiento posteriores al cierre

Uno de los factores más importantes que conforman la relación entre las empresas mineras y las comunidades es la capacidad para comunicarse eficazmente entre sí.

El ritmo de la toma de decisiones con una comunidad local que vive en sus tierras tradicionales puede ser más lento de lo que una compañía minera podría preferir; sin embargo, sin tal proceso, cualquier decisión podría no soportar la prueba del tiempo. Hay beneficios comerciales y socioeconómicos para un proyecto al interactuar con las comunidades locales y los negocios durante las operaciones.

La planificación para el cierre de minas debe asegurar que la salud y la seguridad futura de la comunidad no se vean comprometidas, que la resiliencia de esta a los impactos adversos del cierre se fortalezca, y que pueda maximizar las oportunidades para el uso consecuente de la tierra y retener la infraestructura minera que le resulte de valor.

Hay muchos ejemplos en países en desarrollo en los que se han establecido negocios bajo acuerdos de acceso a la tierra para crear capacidad y preparar a la comunidad para el cierre de minas. El desafío es proporcionar a la comunidad beneficios duraderos que no dependan de la empresa. Los modelos de negocio deben ser sustentables e incluir el desarrollo de capacidades con individuos de toda la comunidad; es necesario un compromiso temprano para que el mayor número posible de empresas puedan pasar de un acuerdo de cliente único a una base de clientes y mercados más amplia. Participar en tareas de gestión y monitoreo posteriores al cierre no solo le da a una comunidad local la capacidad de adaptarse al legado, a medida que la mina se transforma hacia el uso de la tierra posterior a la explotación, sino que también le da una idea de cómo se pueden prestar esos servicios a una escala más amplia en la región.

Aunque la escala de este trabajo a menudo no es relevante en comparación con los ingresos de una mina activa, tales oportunidades no deben ser subvaloradas, ya que pueden vincular a la comunidad local al sitio.

Debido a que las compañías mineras y las comunidades locales tienen sus propias culturas únicas, construir relaciones fuertes entre ellas depende de que cada parte entienda que la otra opera dentro de un sistema de valores muy diferente.

Sin este entendimiento compartido, es difícil desarrollar relaciones duraderas que permitan a ambas culturas coexistir amistosamente, o manejar eficazmente los problemas que surgen cuando las empresas mineras y las comunidades locales trabajan juntas, en particular durante las



fases previas y posteriores al cierre y en la fase de cesión del uso de la tierra, después de la explotación minera.

PLANIFICACIÓN DEL CIERRE INTEGRADO DE MINAS

La experiencia demuestra que el cierre no es tanto un problema técnico como de gestión. Requiere una verificación continua de las hipótesis y recomendaciones para ajustarlas a las cambiantes condiciones y expectativas sociales, económicas y ambientales.

Importancia de la planificación integrada

Si se llevan a cabo de manera adecuada, las actividades de cierre pueden requerir varios años y, para las instalaciones de corta vida (por ejemplo, de cinco a siete años), será necesario definir muy pronto un plan detallado de cierre. En el caso de las que tengan una duración más extensa, el plan detallado de cierre se puede elaborar a través de varias iteraciones.

Por consiguiente, la planificación del cierre debe incorporarse en las etapas iniciales del desarrollo del proyecto (a saber, la fase previa al estudio de viabilidad y durante este último) y de la operación. A continuación, la empresa minera deberá tratar de recopilar los objetivos y puntos de vista de las diversas partes interesadas, incluido el propietario del proyecto, la comunidad local, el gobierno y las organizaciones no gubernamentales, al objeto de obtener información de cara al cierre y sobre los objetivos posteriores a este. Los planes que se elaboren a raíz de ello deben ser transparentes y fácilmente comunicables a todas las partes interesadas.

No obstante, dichos planes deben admitir modificaciones en aquellos casos en que las expectativas de la comunidad, o de otros partes interesados, varíen durante el ciclo vital de la mina. Esto resulta particularmente pertinente en el caso de las operaciones cuya vida se extienda a lo largo de varias generaciones o cuando los planes de explotación se alteren.

Esta preparación integrada permite una transición eficaz y sensible desde la fase de operación hasta la de cierre. Además, como mínimo, establece los elementos requeridos para que la comunidad obtenga un beneficio duradero. En apoyo a esto, el ICMM ha elaborado una serie de orientaciones sobre la definición del alcance, la ejecución, la revisión y la adaptación de planes de cierre estructurados y sostenibles, con el objetivo último de mejorar el legado socioeconómico de las actividades mineras y metalúrgicas.



Las Herramientas para la Planificación del Cierre Integrado de Minas pretende servir de apoyo a una operación para alcanzar un estado de poscierre que deje un legado positivo y duradero en la comunidad.

La planificación Integrada del cierre consiste en la manera de diseñar la operación de una mina para facilitar su cierre. A la hora de diseñar un proyecto, el campo de acción se amplía considerablemente si se tiene en cuenta el cierre. Por ejemplo, al considerar la necesidad de reforestar o implantar cultivos de producción de aromáticas nativas en una instalación de relave cuando se decide su ubicación o al diseñar la infraestructura de la mina teniendo en cuenta los requisitos de la comunidad. Con frecuencia existen instancias en donde cambios sencillos por adelantado pueden tener repercusiones importantes en el probable cierre del emplazamiento. Este concepto y el material de apoyo del informe se aplican por igual tanto en grandes como en pequeñas empresas.

Obtener resultados positivos de la planificación efectiva del cierre debería significar que:

- El compromiso con las partes afectadas e interesadas será más sólido y transparente;
- Las comunidades participarán en la planificación e implementación de las medidas que apuntalan un cierre exitoso;
- Se incluirán los saberes tradicionales y cosmogonías locales en la toma de decisiones
- Las decisiones relacionadas con el cierre tendrán un mayor respaldo de los grupos de interés;
- Será más fácil el manejo de la planificación del cierre;
- Se mejorará la precisión de los cálculos de costos del cierre;
- Se reducirá al mínimo el riesgo de incumplimiento de las normas;
- Los posibles problemas serán identificados en el momento adecuado;
- Habrá más posibilidades de encontrar la financiación adecuada para el cierre;
- Las posibles responsabilidades se reducirán progresivamente; y
- Se reconocerán y planificarán en forma adecuada las oportunidades para lograr beneficios duraderos.

La planificación del cierre al principio es conceptual y a medida que avanza se vuelve más detallada (Gráfico 2). En sus etapas conceptuales, un plan de cierre puede comunicar un resultado y los objetivos, mientras que un plan detallado incluirá las metas más importantes, metodologías específicas para lograrlas y procesos de seguimiento y validación. La planificación del cierre y el cumplimiento de las metas y objetivos fundamentales deberían ser integrados a los sistemas y procesos de toma de decisiones que sostienen a una operación en toda su vida.

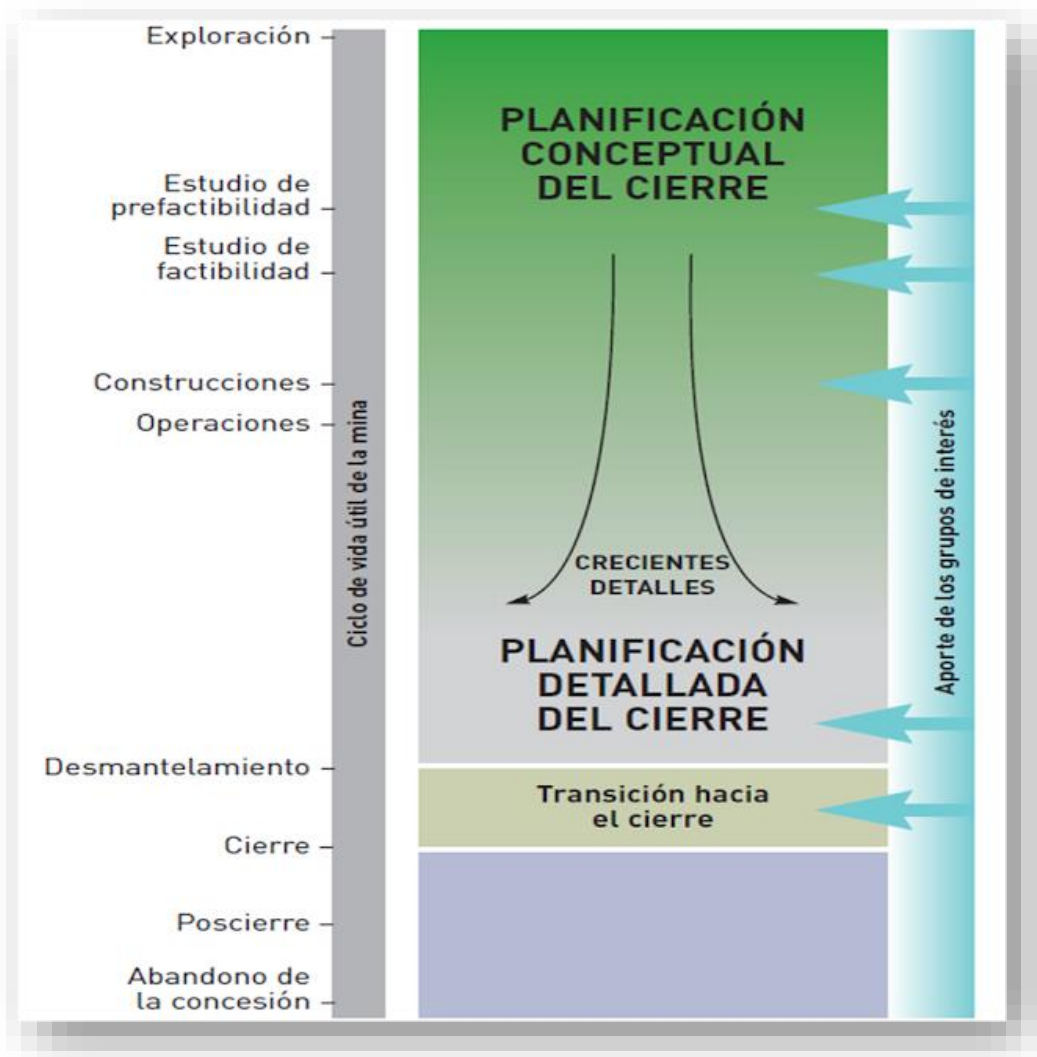


Gráfico 2: Planificación del cierre integrado de minas. Herramientas. ICMC, Consejo Internacional de Minería y Metales. 2009



El concepto de planificación continua del cierre no es lo mismo que rehabilitación simultánea. El primero es un proceso que se prolonga durante toda la vida útil de la mina. La última es sólo una parte del proceso de planificación del cierre que es habitualmente asignada a las operaciones.

Pasos de Cierre Integrado

Existen tres pasos básicos para desarrollar un plan eficaz del cierre. Si la planificación del cierre forma parte de la filosofía operativa de una mina, estos pasos deberían fusionarse entre sí a lo largo del tiempo en lugar de constituir etapas diferenciadas.

El primer paso consiste en elaborar el resultado y los objetivos deseados del cierre, que son explicitados en un plan conceptual del cierre. Este plan es desarrollado y aplicado durante la exploración, el estudio de prefactibilidad, el estudio de factibilidad/diseño y la construcción para guiar la dirección de las actividades. Su vida activa puede prolongarse entre tres y cinco años. Si está bien definido y se basa en el compromiso efectivo de la comunidad y los grupos de interés, no será necesario realizarle grandes cambios en ese lapso. Aquí debe incluirse la prospección de aromáticas nativas de interés, a fin de avanzar en su proceso de viverización y manejo a campo, producción a escala y preservación del germoplasma (a fin de evitar explotación de los ecosistemas naturalmente frágiles).

El segundo paso incluye el desarrollo y la implementación constante de un plan detallado del cierre, lo cual mejora la comprensión y la precisión de las metas específicas e hitos importantes, así como de las medidas y resultados de las actividades realizadas para lograrlos. Este plan es utilizado en forma constante durante las operaciones y tiene una vida activa que puede variar de 5 a 30 años o más, período durante el cual debería ser actualizado. Existe la posibilidad de que las expectativas de la comunidad y de otros grupos de interés cambien durante dicho período de tiempo. También es posible que se modifique el plan de la mina, afectando tanto las operaciones como la vida útil de las instalaciones. Si están bien definidos desde un principio, los objetivos específicos pueden no modificarse demasiado durante el período de operaciones pero es probable que el plan detallado del cierre evolucione en correspondencia con las circunstancias cambiantes. Nótese que el plan detallado del cierre es, efectivamente, un plan conceptual del cierre cada vez más detallado, conteniendo información de las operaciones apropiada para actualizar y enfocar constantemente el plan. Algunos elementos del plan de cierre necesitarán avanzar más rápidamente que otros para disminuir con eficacia los riesgos. Estos elementos pueden variar de una mina a otra y requieren el ajuste permanente de los ensayos en vivero y pequeños pilotos a campo, donde la participación de las comunidades locales no solo aporta buena parte de la mano de obra especializada, sino saberes que, en general, favorecen el éxito del proceso



El último paso es la transición efectiva hacia el cierre, que puede traducirse en un plan de desmantelamiento y poscierre. Su vida activa es relativamente corta, entre uno o dos años, aunque puede extenderse varios años más dependiendo de las responsabilidades de la etapa poscierre. El éxito del cierre depende de la determinación inicial, la revisión y validación continua y, por último, la satisfacción de los objetivos del cierre, que deberían corresponderse con los requisitos de la empresa y de los grupos de interés. El riesgo remanente para la empresa debería ser mínimo y la comunidad debería materializar los beneficios que perdurarán sin nuevas contribuciones de la empresa, basados principalmente en la comercialización de materia prima de alto valor o en la transición hacia elaboración de bioinsumos y cosméticos, como alternativas de microempredimiento.

Identificada la comunidad de interés interna y externa del proyecto se sugiere establecer un cronograma de Tareas; detallando las actividades con sus tiempos reales – lo más ajustado posible –, los responsables involucrados, los recursos con los que contará y finalmente el costo de la tarea a lo largo de cada una de las etapas del LOM.

Tabla 1: planilla de planificación de cierre integrado de mina.

Cierre Integrado					
<i>Etapa del proyecto</i>	<i>Tarea/s</i>	<i>Actividades/Acciones</i>	<i>Responsable/s Cargo/s</i>	<i>Recursos</i>	<i>Costo \$</i>
Exploración (bioprospección)					
Estudio de Prefactibilidad (viverización y bancos de germoplasma)					
Estudio de Factibilidad (escalado en vivero)					
Construcciones					
Operaciones					
Desmantelamiento					
Cierre					
Poscierre					
Abandono de la concesión (continuidad de las actividades microeconómicas de poscierre)					



Relación Biodiversidad – Cierre de Mina – Sustentabilidad

Hablar de sustentabilidad en minería es trabajar desde la etapa de exploración hasta el cierre inclusive, de la delicada interrelación entre lo social, económico y ambiental. Esa interrelación se construye desde el comienzo cuando los actores involucrados o comunidades de interés dentro y fuera del proyecto, saben y participan activamente, de las diferentes acciones y decisiones, para garantizar la licencia social requerida durante el LOM.

Es responsabilidad de la empresa informar a las comunidades, que la “jerarquía de mitigación” será aplicada para garantizar el equilibrio de los ecosistemas, la continuidad de los servicios ambientales y las posibilidades económicas de las comunidades de desarrollar emprendimientos sustentables a partir de la remediación de suelos con especies aromáticas nativas seleccionadas para tal fin.

En el gráfico 3 se observan las etapas de la jerarquía de mitigación a lo largo de las cuales cada proyecto establecerá sus posibilidades de evitar, mitigar, restaurar y/o rehabilitar y finalmente compensar.

Advertencia: Diferencia entre restauración y Rehabilitación.

La **restauración** es el proceso de ayuda a la recuperación de un área o ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. El objetivo de la restauración ecológica es restablecer la composición, la estructura y la función del ecosistema, devolviéndola a su estado original (antes de la perturbación). Se restaura un ecosistema cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos para mantenerse estructural y funcionalmente y puede continuar su desarrollo sin más ayuda o subsidio. Demostrará resistencia a los rangos normales de estrés y perturbación ambiental e interactuará con ecosistemas contiguos en términos de flujos bióticos y abióticos e interacciones culturales. La restauración ecológica se esfuerza por restaurar la biota y las condiciones físicas en un sitio, y con frecuencia se confunde con la rehabilitación. Mientras que la restauración tiene como objetivo devolver un ecosistema a una condición natural *anterior*, la rehabilitación implica poner el paisaje a disposición de un uso nuevo o distinto del que tenía para servir a un propósito humano particular. Actividades tales como la ingeniería ecológica y varios tipos de manejo de recursos, incluyendo vida silvestre, pesquerías y manejo de pastizales, agroforestería y silvicultura pueden calificar como restauración ecológica si satisfacen los criterios establecidos por la Society for Ecological Restoration. Esta sociedad enumera nueve atributos como base para determinar cuándo se ha llevado a cabo la restauración. Disponible en: <https://www.ser.org/default.aspx>.



Gráfico 3: Jerarquía de Mitigación Instituto para el Desarrollo Sustentable 2021

Considerando el gráfico 3, es claro identificar los pasos a seguir: siempre hay que tratar de evitar, en caso de no poder hacerlo, pues la mitigación es la alternativa, si la instancia de impacto lo requiere la restauración o remediación será la herramienta, siempre que se haya acordado con las comunidades esa alternativa.

La **rehabilitación** es una oportunidad para posibilitar en esta instancia y desde el inicio del proyecto la sustentabilidad tanto para la conservación de los suelos, como para garantizar a las comunidades una posibilidad de emprendimiento a largo plazo.

Un ejemplo de esa rehabilitación está descrito en la tabla que se detalla a continuación:



ETAPAS	ACCIONES SUGERIDAS
Exploración	<ul style="list-style-type: none">• Exploración y análisis de biodiversidad (prestando atención al censo florístico) y posibles estrategias de eco restauración (como alternativa de mínima) que derivarían en un proceso de fitorremediación (con más manejo agronómico). Hay varias estrategias que podemos mencionar (nuestras y de otros investigadores)
	<ul style="list-style-type: none">• seleccionar especies nativas candidatas (en especial las aromática) que puedan actuar como fitorremediadoras y fuente de materia prima para microemprendimientos tecnológicos. En este punto, hemos protocolizado el proceso de viverización de nativas y selección de tolerantes a metales.
	<ul style="list-style-type: none">• De no hallar especies locales, evaluar las especies aromáticas conocidas (comerciales) y su factibilidad de implementación en base al desarrollo de productos comerciales ya identificados o las diferentes proyecciones del mercado al momento de la selección de la/s especie/s candidatas. Este último punto no es el ideal en términos de eco restauración, pero facilita mucho las estrategias posteriores. Tampoco es incompatible con el proceso de eco restauración, que puede ser complementario al cultivo comercial con especies nativas no comerciales que promuevan las sucesiones ecológicas.
	<ul style="list-style-type: none">• Evaluar los microorganismos nativos que puedan ser de interés biotecnológico en el proceso (bacterias y hongos promotores del crecimiento vegetal) y faciliten la supervivencia de las plantas e incluso modulen el proceso (estabilizar metal en el suelo o extraerlo con la planta).
	<ul style="list-style-type: none">• Con esto estaríamos en condiciones para comenzar en sincronía con el proceso convencional minero. (si hay recursos y se han dirigido bien las acciones, en armonía con la exploración y análisis geoquímico, se puede tener buenos resultados en 2 o 3 años).• Desde esta etapa temprana, la minera muestra acciones concretas en cuanto a sustentabilidad, biodiversidad, eco restauración y fitorremediación de sus pasivos, a la vez que compromete a la comunidad en el proceso.



<p>Construcción</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción del vivero de nativas y escalado en la producción de plantines, en base a mano de obra y saberes locales. (Este modelo es probadamente éxitos en regiones donde la legislación exige la implementación temprana de estos procesos de eco restauración basados en sucesiones ecológicas). • Incluir en el diseño de los botaderos, la perspectiva de cultivos de nativas (estabilización de taludes, sistemas de terrazas, etc). Esto puede hacerse con las especies preseleccionadas o, eventualmente <i>Vetiveria sp.</i>, con muy buenos resultados.
<p>Explotación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Con mano de obra local, se implantan los suelos con aromáticas, con todos los beneficios ambientales que esto implica (incluyendo servicios ecosistémicos). A medida que se genera el material de corte, se va permitiendo su intemperismo y tratando como parte del proceso productivo. • Se invierte en microempredimientos comunitarios para la destilación de aceites esenciales. En este punto hemos avanzado mucho en protocolos, talleres y gestión del conocimiento. Hemos elaborado varios procedimientos técnicos y experiencias de aprendizaje para transmitir horizontalmente los conocimientos y saberes. • Se cosecha biomasa y se destilan los aceites esenciales, para su comercialización en el mercado nacional o internacional. Hemos desarrollado también protocolos de análisis químico y caracterización de los aceites destilados. • Con algunos aceites esenciales hemos desarrollado productos biotecnológicos de mayor valor agregado (repelentes para grano ensilado, cosmeticos, bioinsumos para el agro). Sobre estos aceites pueden realizarse diferentes bioensayos, previos a su formulación.
<p>Cierre</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El proceso está completamente en marcha. A partir de aquí se puede profundizar el vínculo con la sociedad y extender las actividades económicas vinculadas al proceso de cierre. Esto suaviza el impacto en la economía local, que "hereda" un emprendimiento que, si bien no suplanta los beneficios de la mina, sostiene la economía local.



Imagen 3: evaluación del proceso de implantación de aromáticas en el sitio minero.

Rehabilitación del suelo en el cierre de mina

Una vez agotado un yacimiento mineral, las empresas mineras tienen la responsabilidad de trabajar para rehabilitar los terrenos, es decir, devolver las tierras en las que se haya llevado a cabo la operación a un estado estable y productivo. En el caso de las explotaciones más antiguas, esta fase posterior al cierre puede durar incluso más que la fase operativa.

A medida que una operación minera se aproxima al final de su vida, debe establecerse un plan bien definido para efectuar la transición de la fase de operaciones al cierre, desmantelamiento y, en última instancia, la fase posterior al cierre.

Una transición adecuada se caracteriza por:

- obras de ingeniería dirigidas a desmantelar la infraestructura, rehabilitar por completo, realizar calificaciones topográficas para garantizar un drenaje eficaz, tapar y cubrir los



depósitos de almacenamiento de desechos y crear redes para el seguimiento posterior al cierre;

- trabajos administrativos relacionados con la transmisión de activos, la desmovilización de trabajadores, acuerdos de renuncia y otros acuerdos con gobiernos y ONG;
- seguimiento de la diligencia debida y elaboración de informes sobre el estado de los aspectos sociales y medioambientales del lugar tras el desmantelamiento de la explotación.

La rehabilitación de los terrenos afectados por la actividad minera no puede ser una ocurrencia tardía que únicamente comience en las últimas fases de una operación, sino que debe ser una actividad constante. Las empresas mineras responsables deben llevar a cabo acciones de rehabilitación (incluida la reparación de los riesgos medioambientales, la devolución de los terrenos afectados y la estabilización de los arroyos y los canales de drenaje) a lo largo de toda la vida de una operación.

La rehabilitación de terrenos, como cualquier otra actividad posterior al cierre, requiere una revisión regular con objeto de reflejar de la mejor manera posible la evolución de los acontecimientos y requisitos. A modo de ejemplo, las operaciones mineras deben ser sensibles a:

- los nuevos riesgos ambientales (por ejemplo, el drenaje ácido de roca o la pérdida de la capa útil del suelo);
- los cambios en las prácticas de uso del suelo;
- los cambios de las condiciones climáticas, cuando superen las hipótesis formuladas en la evaluación de impacto;
- las nuevas infraestructuras que afecten a la repercusión de una mina;
- la evolución de la dinámica comunitaria, incluidos los cambios demográficos y poblacionales.

Este enfoque adaptativo permite a las operaciones mineras y metalúrgicas reflejar mejor la naturaleza potencialmente cambiante de sus operaciones y de las condiciones sociales y ambientales.



DESARROLLO DEL PLAN DE CIERRE

Los aspectos básicos a considerar se detallan a continuación:

- Un plan de cierre de mina debe:
 - evidenciar las políticas, principios y estándares corporativos;
 - reflejar los lineamientos regulatorios nacionales y provinciales;
 - proporcionar una base adecuada para estimar el costo del cierre.
- El plan debe incluir una descripción de las actividades de cierre planeadas del sitio y contener los objetivos y criterios que forman la base para evaluar las opciones propuestas. Debe asimismo indicar lo que la compañía se compromete a lograr en el momento del cierre.
- Los datos ambientales de los estudios de línea de base realizados durante las fases de exploración, factibilidad y planificación y diseño son necesarios para identificar los problemas ambientales potenciales y ayudar en el proceso de toma de decisiones durante la operación y cierre de la mina.
- Después de evaluar eficazmente los riesgos y oportunidades de cierre, se puede utilizar un plan adecuado y consensuado, para manejar los riesgos a un nivel aceptable.
- Los criterios de cierre de mina pueden ser definidos como objetivos de desempeño de la rehabilitación y deben ser redactados idealmente en la fase de planificación de la mina, en consulta y acuerdo con las partes interesadas, como todos los integrantes de la comunidad de interés (COI). Los criterios deberían revisarse periódicamente.
- La continua investigación de campo, los programas de monitoreo y las revisiones periódicas son puntos críticos durante la planificación y en los cambios que se puedan realizar durante el plan de producción y la operación de la mina.
- La aplicación de los principios de las mejores prácticas y desarrollo sustentable durante la etapa de factibilidad es la clave para demostrar competencia, realizar el valor potencial del recurso y crear confianza con la comunidad de interés (COI), el gobierno y sus entes reguladores.

El plan de cierre se adelanta en su ejecución cuando las acciones de la exploración no pueden definir más reservas minerales viables, y la administración y operación de la mina son capaces de establecer una fecha probable de cese de operaciones y de cierre definitivo.



Responsabilidad Ambiental y Seguro financiero

Los aspectos más destacados de la responsabilidad ambiental y la provisión del seguro financiero se mencionan a continuación:

- El reconocimiento temprano de los costos del cierre de minas promueve mejores estrategias para las operaciones, con el fin de planificar estrategias adicionales de mitigación y anticipar actividades progresivas de cierre y rehabilitación.
- Los procesos para la estimación de costos de cierre reducen la responsabilidad ambiental potencial, ya que aseguran la inversión; las decisiones de desarrollo y operación, reconociendo los impactos financieros potenciales del futuro cierre.
- En virtud de los principios del desarrollo sustentable, las compañías mineras deben considerar la planificación del cierre de minas y las estimaciones de costos asociados en todo el LOM para la presentación de informes financieros con fines de aprovisionamiento, informes regulares para la vinculación ambiental y planificación y presupuestación de la LOM a largo plazo.
- Para propósitos del LOM y su planificación de activos, las organizaciones desarrollan una estimación del costo de cierre que se utilizará para la valoración de activos, planificación empresarial y presupuestación.
- El reconocimiento de los costos de rehabilitación y cierre promueve mejores estrategias para las operaciones a fin de planificar estrategias adicionales de mitigación y anticipar actividades progresivas de cierre y recuperación.
- El uso de los principios de gestión de riesgos en la evaluación de opciones y costos es una buena forma de justificar las opciones y seleccionar las más sustentables para reducir los pasivos ambientales a largo plazo.

Desmantelamiento y cierre de mina

Las mejores prácticas en la planificación del cierre de minas incluyen el requisito de desarrollar en detalle planes de gestión de desmantelamiento relevantes y específicos para todas las actividades de cierre.

Se debe desarrollar un plan de desmantelamiento para guiar las actividades al final de las operaciones de la mina y detallar los recursos que se necesitarán para llevar a cabo esas actividades.



Los objetivos del plan incluyen la descripción del proceso para llevar a cabo las actividades de cierre, el cumplimiento de todas las obligaciones legales y la comunicación para minimizar el riesgo de incidentes de seguridad y ambientales.

El plan debe describir cómo toda la infraestructura que queda al final del LOM debe ser administrada y financiada en el futuro, y proveer una oportunidad para que la comunidad y otras partes interesadas hagan sus aportes.

La valoración de los activos y la realización de un inventario detallado y desglosado es una tarea importante para la mayoría de las minas, y debe iniciarse varios años antes del cierre, idealmente como parte de la actividad habitual.

Entender y predecir las condiciones ambientales probables que se desarrollarán después del cierre ayuda a cuantificar los criterios de terminación, y a llegar a un acuerdo entre la operación de la mina y las autoridades de aplicación sobre los requisitos ambientales que deben cumplirse para permitir el cierre definitivo.

Cierre definitivo de la mina y conclusiones

El hito final del LOM llega cuando las actividades de clausura, cierre, rehabilitación y poscierre han finalizado. En ese momento, se solicita la aprobación reglamentaria para la cesión de la concesión minera.

Con el fin de cumplir con los principios de sustentabilidad de la industria minera y mantener su derecho de acceso a los recursos para el beneficio de todos, es necesario asegurar que el cierre integral de la mina se realice dentro del contexto más amplio de equidad social, económica y desarrollo sustentable.

El proceso de cesión implica normalmente una evaluación final del emplazamiento para asegurarse de que ha cumplido con todos los criterios de rendimiento y terminación designados.

Deberían establecerse mecanismos formales de cierre, aprobación y cesión con la autoridad de aplicación para determinar las responsabilidades, y las metodologías propuestas necesarias para lograr el éxito de la aprobación.

Después del cierre de la mina, algunas tierras minadas rehabilitadas pueden requerir un manejo y monitoreo continuos antes de la cesión del arrendamiento. Algunas de las soluciones viables y un cronograma para lograrlo son algunos de los procesos y cuestiones que deben debatirse con las autoridades y la comunidad de interés.

Después del cierre definitivo, la compañía no tiene obligaciones adicionales bajo el contrato de concesión minera u otra aprobación, pero puede que aún tenga algunas responsabilidades para el sitio si es el dueño de la tierra.



La industria reconoce que, para acceder a los recursos futuros, necesita demostrar que puede gestionar y cerrar efectivamente las minas con el apoyo de las comunidades en las que opera.

El futuro de la industria minera depende del legado que deja.

El cierre exitoso de una mina se mide, en última instancia, en **el legado que deja**. Para lograr un legado positivo, el cuidado y el respeto por los ecosistemas y las personas deben configurar la forma en que se diseña y opera una mina.

El cierre no es un acontecimiento al final de la vida útil de una mina, sino más bien un viaje que se concibe durante la fase de planificación y se realiza durante la fase operativa.

En los casos en que no sea posible lograr una economía sostenible después del cierre, se debería tomar la decisión, junto con las autoridades y otras partes interesadas, de obtener a través de la minería el máximo beneficio y la transformación del capital natural en otras formas de capital (humano, social, artificial o financiero), minimizando y gestionando todos los impactos negativos, al tiempo que se asegura, durante la vida operativa de la mina, que se minimice la dependencia social para reducir los inevitables impactos socioeconómicos que se crearán con el cierre.

Asignada como una alta prioridad por todos los niveles de gestión, la integración de los elementos de cierre en las operaciones diarias permitirá a la mina alcanzar un estado en el que la propiedad de la concesión minera pueda ser cedida correctamente y la responsabilidad pueda ser aceptada por el próximo usuario de la tierra.

Para lograr esto en un entorno de crecientes expectativas regulatorias y de las partes interesadas, se requiere una práctica líder desarrollada e implementada en consulta con las comunidades de interés locales.

La aplicación de la rehabilitación progresiva y el cierre sistemático no solo dará lugar al buen uso de la tierra después de la explotación minera y a un resultado social y ambiental más satisfactorio, sino que, lo que es más importante, mantendrá y mejorará la posición y prestigio de la industria minera.

Hay algunos ejemplos de planes de cierre de minas exitosos que se aplican desde la concepción hasta la cesión, en el marco de la minería mundial. Esto se debe al desarrollo relativamente reciente de la planificación integrada del cierre de minas.



Conclusión Final

El cierre de minas diseñado para dejar un legado positivo y duradero requiere de una nueva forma de pensar y un nuevo enfoque en el que se planifique una mina desde el principio, para convertirse en un vehículo para el desarrollo socioeconómico sustentable.



Referencias Bibliográficas

Amaya Navas, O. D. (2016), *“La Constitución Ecológica de Colombia”*, Bogotá, Universidad Externado de Colombia.

Bainton, N. y Holcombe, S. (2018), *“A critical review of the social aspects of mine closure”*, Resources Policy, vol. 59, Elsevier.

Basu, K. y Dixit, A. (2014), *“Too Small to Regulate”*, Policy Research Working Paper, No. WPS6860, The World Bank.

Bowman, M. y Boyle, A. (2002), *Environmental Damage in International and Comparative Law. Problems of Definition and Valuation* (DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199255733.001.0001), Oxford University Press, octubre.

Brereton Franks, D. y Moran, C. (2010). *Managing the cumulative impacts of coal mining on regional communities and environments in Australia. Impact Assessment and Project Appraisal*, 28(4), 299–312. doi:10.3152/1461551 10X12838715793129, mencionado en: Analysis of life cycle of coal exploitation in Sinifaná basin, Antioquia.

Bruszies, C., Henao, J. C. y Restrepo Rivillas, C. A (Eds.). (2016). *Minería y desarrollo. Tomo III: competitividad y desempeño en el sector minero*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

CEPAL 2020 *Guía Metodológica para el Cierre de Minas*
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/46532-guia-metodologica-cierre-minas>

Chaparro, E. (2017), *“Recorrido minero en Colombia”*, Mundo Minero, [en línea] <http://mundominero.com.co/recorrido-minero-en-colombia> [fecha de consulta: 23 de agosto de 2020].

Chen, M. (2012), *“The Informal Economy: Definitions, Theories and Policies”*, No. WIEGO Working Paper N° 1, Cambridge, MA, Women in Informal Employment Globalizing and Organizing, p. 26.

Consejo Internacional de Minería y Metales (2020a), *“ICMM • Principios Mineros”*, Consejo Internacional de Minería y Metales, [en línea] <<https://www.icmm.com/es/miembros-del-icmm/principios-mineros>> [fecha de consulta: 15 de mayo de 2020].

(2020b), *“ICMM • 3. Derechos humanos”*, Consejo Internacional de Minería y Metales, [en línea]



<<https://www.icmm.com/es/miembros-del-icmm/principios-mineros/principio-3>> [fecha de consulta: 17 de mayo de 2020].

(2020c), “ICMM • 6. Desempeño medioambiental”, Consejo Internacional de Minería y Metales, [en línea] <<https://www.icmm.com/es/miembros-del-icmm/principios-mineros/principio-6>> [fecha de consulta: 16 de mayo de 2020].

(2020e), “Building Forward Better: Mining as a partner in supporting more inclusive and resilient societies”, ICCM International Council on Mining & Metals, [en línea] <<https://is.gd/6hweSS>> [fecha de consulta: 12 de octubre de 2020].

Craik, N. (2008), *The international law of environmental impact assessment: process, substance and integration*, Cambridge studies in international and comparative law, Cambridge, UK; New York, Cambridge University Press.

Ericsson, M. y Löf, O. (2019), “Mining’s contribution to national economies between 1996 and 2016”, *Mineral Economics*, vol. 32, No. 2, julio.

Espinoza, R. D. y Morris, J. W. F. (2017), “Towards sustainable mining (part II): Accounting for mine reclamation and post reclamation care liabilities”, *Resources Policy*, vol. 52, junio.

Gligo, N. (1991), “Medio ambiente y recursos naturales en el desarrollo latinoamericano”, *El desarrollo desde dentro: un enfoque neoestructuralista para la América Latina*, ed. Osvaldo Sunkel, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica. (1986), “La elaboración de inventarios y cuentas del patrimonio natural y cultural”, *Revista de la CEPAL*, vol. 28 (LC/G.1392), No. Abril.

Gobierno de Australia (2015), “Cierre de minas”, Programa de prácticas líderes (leading practice) para el desarrollo sostenible de la industria minera, Ministerio de Industria, Ciencia, Energía y Recursos | Ministerio de Relaciones Exteriores y Comercio, p. 131.

Guyer, F. G. (2008), “OEA, medioambiente y desarrollo sostenible”, *Diálogo Político*, vol. 25, No. 4, Konrad-Adenauer Stiftung.

HMS /TSM (2019) CAEM Guía para el cierre de Mina Buenos Aires.

ICMM Planning for Integrated Mine Closure: Toolkit. <https://www.icmm.com/en-gb/guidance/environmental-stewardship/integrated-mine-closure-2011>.

Jain, R., Cui, Z. y Domen, J. K. (2016), *Environmental impact of mining and mineral processing: management, monitoring, and auditing strategies*, Amsterdam; Boston, Butterworth-



Heinemann is an imprint of Elsevier.

Kutscher, C. y Cantallopis, J. (2016), *“Análisis de las técnicas utilizadas en cierre de faenas e instalaciones mineras”*, Comisión Chilena del Cobre, Ministerio de Minería.

Lee, M. (2016), *“The intersection between environmental law and tort law”*, Decision Making in Environmental Law, Edward Elgar Publishing, págs. 62-72.

M y M Estudio Jurídico (2013), *“Estudio y reglamento para implementar los planes de cierre de minas y de su infraestructura asociada. Informe Final”*, Bogotá, p. 943.

Mitchell, R. B. y otros (2020), *“What We Know (and Could Know) About International Environmental Agreements”*, Global Environmental Politics, vol. 20, No. 1, febrero. (2020), “Environmental agreements currently in the database”, International Environmental Agreements (IEA) Database Project (Version 2020.1), [en línea] <<https://iea.uoregon.edu>> [fecha de consulta: 9 de mayo de 2020].

Oyarzún, J. (2008), *“Planes de Cierre Mineros. Curso Resumido”*. [en línea] <<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag15564/Cierres%20mineros%20%20Jorge%20Oyarz%C3%BAn.pdf>> [fecha de consulta: 5 de junio de 2020].

Peña Moreno, E. (2014). *Derecho comparado y reflexiones en torno al cierre progresivo de proyectos mineros en Colombia y Perú*. Derecho y Sociedad, 42, 311-320. Recuperado de evistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoysociedad/article/view/12485/13047

Robinson, N. y Kurukulasuriya, L. (2006), *“UNEP Training Manual on International Environmental Law”*. Disponible en <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/20599>.

Sánchez, J. y otros (2019), *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL*. Libros de la CEPAL, N° 158 (LC/PUB.2019/18-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Sernageomin (2015), *“Guía Metodológica para la Estabilidad Química de Faenas e Instalaciones Mineras”*, Santiago de Chile, Sernageomin, p. 248. Disponible en <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/11/GuiaMetodologicaQuimica.pdf>.

Shelton, D. (2015), *Remedies in international human rights law*, Oxford, United Kingdom, Oxford University Press.

Spohr, M. (2016), *“Human Rights Risks in Mining A Baseline Study”*, Max Planck Foundation for International Peace and the Rule of Law, commissioned by BGR.



Sunkel, O. (1981), *La dimensión ambiental en los estilos de desarrollo de América Latina*, Libros de la CEPAL, N.º 5 (E/CEPAL/G.1143), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe/ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (CEPAL/PNUMA).

UNDP y UN Environment (2018), *“Managing mining for sustainable development. A sourcebook”*, Bangkok, United Nations Environment Programme.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2019), *“An Introduction to the IUCN Natural Resource Governance Framework (NRGF)”*, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Wachenfeld, M. (2018), *“Extracting Good Practices: A Guide for Governments and Partners to Integrate Environment and Human Rights into the Governance of the Mining Sector”*, UNDP.

Warden-Fernandez, J. (2001), *“Indigenous Communities and Mineral Development”*, Mining, Minerals and Sustainable Development, No. 59, International Institute for Environment and Development - World Business Council for Sustainable Development.

Material de diferentes países:

Argentina, Ministerio de Producción y Trabajo (2019), *Guía de recursos de buenas prácticas para el cierre de minas*.

Australia, (2016) *Cierre de Minas Programa de Prácticas Líderes (Leading Practice) para el Desarrollo Sostenible de la Industria Minera*.

Canada, National Instrument 43-101 – Standards of Disclosure for Mineral Projects (NI 43-101), que fija los Estándares de Definición de Recursos y Reservas Minerales del CIM (Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum).

Inglaterra - Londres, Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM) (2019), *Integrated Mine Closure, Good Practice Guide*, 2nd Edition.

Perú, Ministerio de Energía y Minas (2006), *Guía para la elaboración de Planes de Cierre de Minas*.



Instituciones participantes



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org