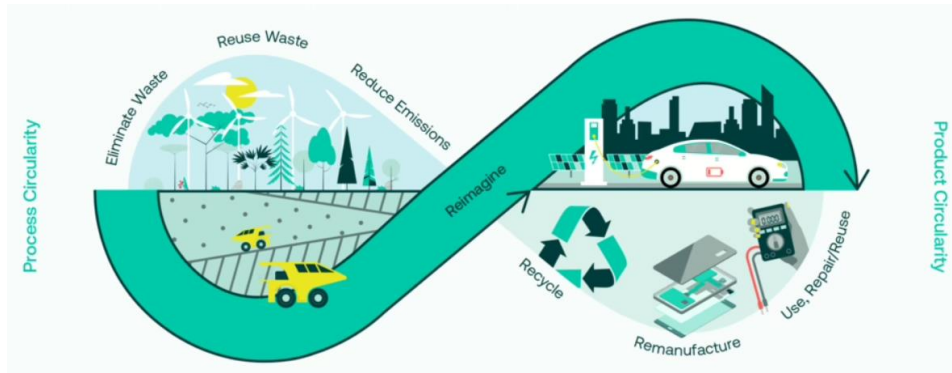


DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE



Fuente: ICMM

Proyecto Normativo

“Por medio de la cual se reglamenta el artículo 12 de la Ley 2250 de 2022 respecto a la economía circular para el sector minero y se dictan otras disposiciones”

Tema:

Artículo 12, Ley 2250 de 2022

Economía Circular en el Sector Minero

Elaborado por:

Sergio Hernández Cruz

Contrato CD 232 DE 2025

Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana

2025

INDICE

1. Antecedentes Normativos	3
2. Aspectos Técnicos	4
3. Propuesta de Desarrollo Normativo	57
4. Conclusiones	71
5. Bibliografía	73



1. Antecedentes Normativos

El Congreso de Colombia mediante la Ley 2250 de 2022 del 11 de julio de 2022 estableció un marco jurídico especial en materia de legalización y formalización, así como de su financiamiento, comercialización y el establecimiento de una normatividad especial en materia ambiental. En concreto, el Artículo 12 de la citada Ley estableció lo siguiente:

Artículo 12. Economía Circular para el sector minero. *Con el fin de fomentar mejores prácticas que promuevan la circularidad de los flujos de materiales y la extensión de su vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible, para el sector minero se podrá:*

1. En las áreas en que se realicen actividades de explotación minera autorizada bajo la prerrogativa para procesos de formalización o títulos mineros en fase de explotación otorgados para la explotación de metales preciosos (oro, plata, platino), piedras preciosas y semipreciosas, materiales de construcción y demás minerales susceptibles de ser reprocesados, que cuenten con instrumento ambiental, podrán entregar a terceros los residuos, estériles y colas resultado de la extracción del mineral, con el fin de ser aprovechado por empresas, asociaciones o agremiaciones que tengan experiencia en labores mineras. Para el efecto el titular minero o el minero con prerrogativa bajo procesos de formalización y el tercero interesado en aprovechar el material estéril deberán suscribir documento privado donde se especifique entre otros aspectos, las condiciones de entrega de material, transporte y lugar de aprovechamiento del mismo.

Para el caso de títulos mineros de metales y metales preciosos (oro, plata, platino) el aprovechamiento secundario y comercialización que realicen las empresas, asociaciones o agremiaciones deberá contar, para la declaración de pago de regalías, con el certificado de laboratorio que establezca el contenido aproximado de los metales y metales preciosos, según corresponda. La autoridad ambiental realizará seguimiento y control a la actividad del presente numeral en el marco de sus competencias. La autoridad minera realizará fiscalización sobre esta actividad, donde verificará que el aprovechamiento secundario reportado sea inferior al producto reportado por el titular minero en su declaración trimestral de regalías, en concordancia con lo dispuesto para la comercialización de minerales.

Se admitirá que quien adelante el aprovechamiento secundario reporte producciones de mineral superiores a lo reportado por los titulares mineros o los mineros con prerrogativa bajo procesos de formalización, cuando se evidencie que el tercero a cargo de las colas posee una alta capacidad de procesamiento que justifique la cantidad extraída y/o cuando se evidencie una acumulación alta de residuos estériles o colas con fines de reprocesamiento. El volumen de dichas producciones deberá ser vinculado al título minero o al área con prerrogativa bajo procesos de formalización. En caso de encontrar

inconsistencias injustificadas la autoridad ambiental y la autoridad minera levantará el permiso para esta actividad.

Parágrafo 1. *Para lo anterior, los titulares mineros o los mineros con prerrogativa bajo procesos de formalización de que trata el numeral 1, según corresponda, deberán realizar los trámites respectivos ante la autoridad minera y ambiental con el fin de informar la tercerización de sus residuos, estériles y colas y las condiciones pactadas con las empresas, asociaciones o agremiaciones para el aprovechamiento secundario.*

Parágrafo 2. *Las empresas, asociaciones o agremiaciones de que trata este artículo: (i) serán responsables del manejo y disposición final de los residuos, estériles y colas. En todo caso, el responsable de la comisión de una infracción ambiental antes de la tercerización, será el titular minero; (ii) deberán estar inscritos en el RUCOM y para el efecto se generará una subclasificación de esta figura en los comercializadores de minerales autorizados de este registro, (iii) deberán realizar los trámites de permisos a que haya lugar incluido el instrumento ambiental que determine la autoridad competente en el cual se establecerá la disposición final de los residuos, estériles y colas que no genere aprovechamiento. Para lo señalado en el numeral 2, este requisito se entenderá cumplido con la autorización por parte de la Autoridad Ambiental del Plan de Restauración y Reconformación que presente el interesado; y (iv) pagar las regalías producto del aprovechamiento derivado del proceso de economía circular.*

Parágrafo 3. *El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Minas y Energía reglamentarán dentro del año siguiente a la expedición de esta Ley los permisos y el instrumento de seguimiento y control, así como las demás condiciones para el desarrollo de procesos de economía circular para el sector minero, y su implementación teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el presente artículo.*






En este sentido, se elabora el presente documento técnico de soporte con los elementos y criterios que deben ser tenidos en cuenta en el acto administrativo que reglamenta lo definido en el artículo 12 de la Ley 2250 de 2022 en los aspectos de generales de la Economía Circular y el aprovechamiento secundario de residuos, estériles y colas por parte de terceros.

Lo relacionado con el aprovechamiento secundario y gestión de áreas degradadas sin explotador identificado se presenta en el documento técnico de soporte No. 2.


2. Aspectos Técnicos

De acuerdo con lo definido en el parágrafo 3 del Artículo 12 de la Ley 2250 de 2022 se le solicitó al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y al Ministerio de Minas y Energía reglamentar dentro los permisos y el instrumento de seguimiento y control, así como las demás condiciones para el desarrollo de procesos de economía circular para el sector minero, y su implementación teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el citado artículo.

El artículo 12 contempla que la reglamentación que se expida debe contener los siguientes aspectos que tienen relación con las competencias del sector ambiental:

-  Fomentar mejores prácticas que promuevan la circularidad de los flujos de materiales y la extensión de su vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible y el acto administrativo debe incluir las condiciones para el desarrollo de procesos de economía circular para el sector minero, y su implementación teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el presente artículo.
-  En las áreas en que se realicen actividades de explotación minera autorizada bajo la prerrogativa para procesos de formalización o títulos mineros en fase de explotación otorgados para la explotación de metales preciosos (oro, plata, platino), piedras preciosas y semipreciosas, materiales de construcción y demás minerales susceptibles de ser reprocesados, que cuenten con instrumento ambiental, podrán entregar a terceros los residuos, estériles y colas resultado de la extracción del mineral, con el fin de ser aprovechados por empresas, asociaciones o agremiaciones que tengan experiencia en labores mineras. Estos materiales se entregan mediante un documento privado.
-  La autoridad ambiental realizará seguimiento y control a la actividad del numeral 1 en el marco de sus competencias.
-  *Las empresas, asociaciones o agremiaciones de que trata este artículo: (i) serán responsables del manejo y disposición final de los residuos, estériles y colas. En todo caso, el responsable de la comisión de una infracción ambiental antes de la tercerización, será el titular minero.*
-  Se deben realizar los trámites de permisos a que haya lugar incluido el instrumento ambiental que determine la autoridad competente en el cual se establecerá la disposición final de los residuos, estériles y colas que no genere aprovechamiento.

A continuación, se analizarán cada uno de los aspectos a reglamentar con base en las competencias de las entidades del Sistema Nacional Ambiental y los desarrollos normativos existentes:

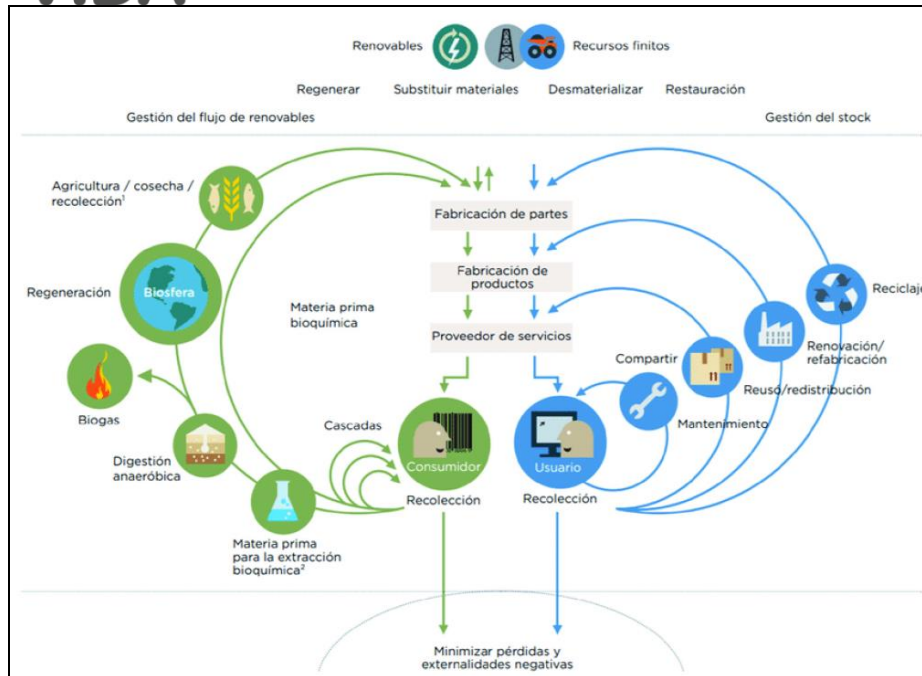
-  **Aspecto No. 1 a reglamentar:** Fomentar mejores prácticas que promuevan la circularidad de los flujos de materiales y la extensión de su vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible. El acto administrativo debe incluir las condiciones para el desarrollo de procesos de economía circular para el sector minero, y su implementación teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el presente artículo.

De acuerdo con la definición de la fundación Ellen MacArthur – 2014 la Economía Circular se entiende como “Sistemas de producción y consumo que promuevan la eficiencia en el uso de materiales, agua y la energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas, el uso circular de los flujos de materiales y la extensión de la vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible.”

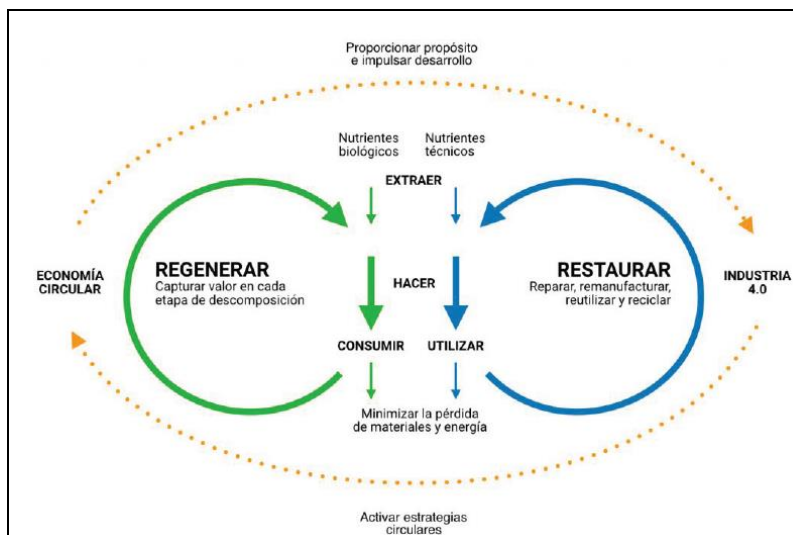
La economía circular, como modelo económico regenerativo, ha sido impulsado por gobiernos y empresas de varios países, incluyendo el colombiano, por los importantes beneficios económicos, ambientales y sociales que conlleva su avance. Por ejemplo, la fundación Ellen MacArthur (2013) estima que la adopción del modelo de economía circular en sectores de mercancías de alta rotación (alimentos en empaques desechables, elementos de cuidado personal, entre otros), podría tener un ahorro en el rendimiento de costos de materiales entre 595 y 705 miles de millones de dólares por año a nivel global. La adopción del modelo circular tendrá el potencial de ahorrar el 40% de los materiales almacenados o dispuestos a nivel mundial, mientras que investigadores estiman un potencial de generación de empleo entre 0,5 – 5% del total (Burger, Stravropoulos, Dufourmont, & Rambumar, 2018).

El Centro Tecnológico de Economía Circular (CircularTec), estructuró el documento denominado “El arribo de la economía circular a la minería primaria de Chile, Perú y Colombia”. CircularTec es una entidad sin fines de lucro que tiene por misión impulsar la investigación, desarrollo e innovación colaborativa entre la industria, la academia, el gobierno y el territorio con base al modelo de economía circular, que permita generar triple valor para Chile.

El modelo más utilizado para explicar los principios y proceso de la EC proviene del trabajo de la Fundación Ellen McArthur. Tres son los principios que sustentan este modelo: (1) Eliminar residuos y contaminación desde el diseño; (2) Mantener productos y materiales en uso; y (3) Regenerar sistemas naturales.



Asimismo, el Centro de Innovación y Economía Circular (CIEC) ha realizado una adaptación y simplificación del diagrama presentado por la fundación Ellen McArthur, agregando el componente de industria 4.0 debido a la relevancia para su desarrollo presente y futuro. La premisa básica de este modelo es que la EC y la Industria 4.0 son parte de un mismo proceso transformativo que apunta hacia la desmaterialización y un uso altamente eficiente de los recursos Smil (2014), donde las tecnologías que emergen de la cuarta revolución industrial serán la base para alcanzar niveles de circularidad que las actuales tecnologías no permiten. El diagrama se presenta a continuación:



Contexto Internacional

A nivel internacional existen diferentes entidades y organizaciones que han definido criterios para la incorporación de la economía circular bajo el concepto macro de producción y consumo responsable o de las mejores técnicas disponibles como, por ejemplo:

Consejo Internacional de Minería y Metales – ICMM





El ICMM ha reconocido durante mucho tiempo que el crecimiento económico nunca debe ser a expensas de las personas o el planeta. En 2003, ICMM publicó sus 10 Principios para el desarrollo sostenible y establecer un estándar de desempeño ético para sus miembros. A principios de abril de 2018, el ICMM lanzó una iniciativa pública mundial sobre la introducción de un amplio conjunto de expectativas de desempeño minero sobre cómo los miembros para complementar y mejorar los 10 principios establecidos inicialmente.

Los 10 Principios Mineros fortalecen la implementación de requisitos ambientales y sociales por parte de las actividades de minería metálica, en temas tales como derechos laborales, reasentamiento, género, acceso a mecanismos de reclamación, cierre de minas, contaminación y residuos los cuales han sido validados y se soportan en información técnica.

Los principios del ICMM incorporan las siguientes líneas que tienen relación con la Economía Circular y las Mejores Técnicas Disponibles

En concreto, el Principio No. 8 se denomina “Producción Responsable” y tiene por objetivo facilitar y respaldar la base de conocimientos y los sistemas productivos para el diseño, uso, reutilización, reciclaje y eliminación responsables de productos que contengan metales y minerales.






Este principio tiene dos (2) expectativas de implementación las cuales corresponden a:

-  8.1 En el diseño, operación y desmantelamiento, implementar medidas rentables para la recuperación, reutilización o reciclado de energía, recursos naturales y materiales
-  8.2 Evaluar los peligros de los productos de la minería según el Sistema Globalmente Armonizado de la ONU de Clasificación y Etiquetado de Peligros o sistemas regulatorios relevantes equivalentes y comunicar a través de fichas de datos de seguridad y etiquetado según corresponda.

El Principio No. 6 que se denomina “Desempeño Ambiental” tiene por objetivo perseguir la mejora continua en la gestión de los impactos ambientales generados por la actividad minera, como la

administración del agua, uso de la energía y cambio climático.

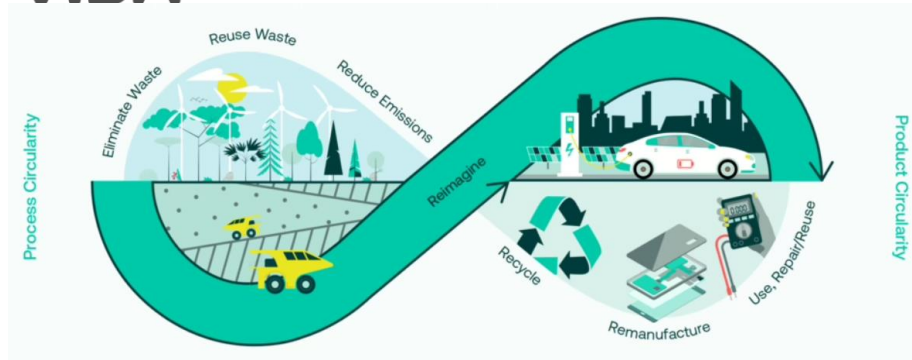
Este principio tiene cinco (5) expectativas de implementación las cuales corresponden a:

-  6.1 Plan y diseño para el cierre en consulta con autoridades relevantes y partes interesadas, implementar medidas para abordar los problemas relacionados con el cierre aspectos ambientales y sociales, y hacer provisión financiera para permitir el cierre acordado y compromisos posteriores al cierre minero.
-  6.2 Implementar prácticas de administración del agua y gobernanza bajo una gestión eficaz y eficiente de agua en las operaciones con la colaboración de las partes interesadas a nivel de cuenca para lograr uso responsable y sostenible.
-  6.3 Diseñar, construir, operar, monitorear y dismantelar instalaciones de eliminación/almacenamiento de relaves mediante una gestión integral basada en riesgos y prácticas de gobernanza en línea con buenas prácticas reconocidas internacionalmente, para minimizar el riesgo.
-  6.4 Aplicar la jerarquía de mitigación para prevenir la contaminación, gestionar las emisiones y los desechos, y abordar los posibles impactos en la salud humana y el medio ambiente.
-  6.5 Implementar medidas para mejorar la energía eficiencia y contribuir a un futuro bajo en carbono, y reportar los resultados basados en protocolos internacionalmente reconocidos para la medición de CO2 emisiones equivalentes (GEI).

Además de estos principios orientadores, el Consejo Internacional de Minería y Metales ha generado algunas publicaciones e investigaciones relacionados con la implementación de la Economía Circular en la actividad minera. Un documento reciente denominado “Mining and Metals and the Circular Economy, International Council on Mining & Metals (ICMM). 2022” explora el papel de la minería y los metales en la circular economía, un concepto emergente que pretende sacar el máximo valor de los materiales. En la práctica, esto implica asegurarse que los materiales sean producidos de manera responsable, mantenido en uso durante el mayor tiempo posible a través de diseño y aplicación de productos inteligentes que consideran el reciclaje y la desecho.

Datos generados por el ICMM definen que la combinación del crecimiento poblacional, el progreso social y el impulso de las tecnologías de energía limpia está aumentando la demanda de minerales y metales. Para 2040, se estima que la demanda de níquel y cobalto podría multiplicarse por 20% para satisfacer las necesidades de un mundo cada vez más electrificado, y se espera que la demanda total de cobre se duplique entre 2020 y 2050. Para satisfacer esta demanda es necesario adoptar una economía circular que implique aumentar la productividad material, eliminar los desechos y regenerar la naturaleza.

En la minería, la economía circular es el resultado de procesos de minería que minimizan, reutilizan y, en última instancia, eliminan los desechos y del diseño de productos y procesos de recolección que cosechan y reutilizan el metal indefinidamente. El siguiente es un diagrama explicativo de este concepto:



Fuente: ICMM, 2023.

Resultados y Conclusiones:






- ∞ El concepto de economía circular es una importante contribución a nuestros esfuerzos por alcanzar el desarrollo sostenible porque reúne muchos conceptos de sostenibilidad e ideas en un modelo lógico y una estrategia, incluyendo objetivos comprensibles que a menudo revelan nuevos casos de negocios positivos.
- ∞ Aunque intuitivamente se centra en ambiciones económicas como mejorar los recursos eficiencia, fomentar la eco-innovación, optimizar reciclar y mejorar la colaboración hace bastante sentido, la historia ha demostrado que lograr la implementación generalizada de prácticas económicas de circularidad ha demostrado, hasta la fecha, ser relativamente lento y complicado.
- ∞ La industria de la minería y los metales tiene un importante papel que desempeñar en la economía circular. La industria minera representa la inversión inicial que hace materiales valiosos, duraderos y reciclables disponibles para la sociedad de tal manera que el bienestar humano se puede mejorar en general.
- ∞ Los minerales y metales son insumos técnicos ideales y se tienen a la fecha un grado significativo de implementación de estrategias de economía circular. Sin embargo, existen más oportunidades, y el diseño de productos, políticas, edificios e infraestructura y sistemas de transporte con la circularidad en mente es crítica para optimizar el valor de los metales para la sociedad.
- ∞ Por último, si bien es importante centrarse en los aspectos sustantivos en el esfuerzo en la construcción de una economía circular, también es importante tener en cuenta los objetivos más amplios de desarrollo sostenible y compensaciones que pueden ocurrir. Con este fin, el ICMM y sus miembros se han comprometido con un amplio conjunto de principios de desarrollo que sustentan la economía circular. También se ha comprometido el ICMM en abordar otros importantes problemas de sostenibilidad que se han identificado con las partes interesadas externas como principales prioridades para el sector en este tema de la economía circular.

Towards Sustainable Mining – TSM









La iniciativa Towards Sustainable Mining (TSM) permite a las empresas mineras convertir los compromisos ambientales y sociales de alto nivel en acciones de implementación en campo. Al mismo tiempo, brinda a las comunidades información valiosa sobre el desempeño de las operaciones en áreas importantes, como el alcance comunitario, la gestión de relaves y la biodiversidad. La participación en la iniciativa TSM es obligatoria para todos los miembros de la Mining Association of Canada - MAC para sus operaciones.

Los principios mineros incorporar las siguientes líneas que tienen relación con la Economía Circular y las Mejores Técnicas Disponibles:

-  Cambio Climático.
-  Relacionamiento con comunidades y comunidades indígenas.
-  Manejo de relaves mineros.
-  Administración del agua
-  Cierre minero

Y en general buscan en temas ambientales:

-  Tratar de minimizar el impacto que tienen nuestras operaciones en el medio ambiente y la biodiversidad, en todas las etapas del desarrollo desde la exploración hasta la clausura.
-  Darles participación a las comunidades de interés en el diseño e implementación de nuestra iniciativa titulada “Hacia una minería sustentable”.
-  Colaborar con comunidades de interés para resolver los problemas de legado como minas abandonadas.
-  Poner en práctica el mejoramiento continuo por medio del uso de tecnología nueva, novedades y las mejores prácticas en todas las facetas de nuestras operaciones.
-  Apoyar la capacidad de las comunidades de participar en las oportunidades que proporcionen los nuevos proyectos de minería y operaciones existentes.
-  Responder a las prioridades, necesidades e intereses de la comunidad a lo largo de todas las etapas de minería: exploración, desarrollo, operaciones y clausura.

Este estándar está diseñado para dar apoyo al cumplimiento de cuatro principios rectores. El estándar IRMA está previsto para ser aplicable en todos los tipos de minería industrial o a gran escala (incluidas a cielo abierto, subterránea y extracción en soluciones), y para todos los materiales extraídos (p. ej., minerales, metales) excepto los combustibles fósiles y uranio. IRMA no certificará operaciones de petróleo y gas, y será necesario más trabajo antes de poder considerar la inclusión del carbón térmico y el uranio.

Los estándares de IRMA incorporan las siguientes líneas que tienen relación con la Economía Circular y las Mejores Técnicas Disponibles



Principio 4—Responsabilidad ambiental. Tiene como propósito que las empresas operadoras participen con los actores sociales para asegurar que la minería sea planeada y llevada a cabo de una manera que conserve y refuerce los valores ambientales, y evite o minimice los impactos al medio ambiente y a las comunidades.

Capítulo 4.1—Gestión de desechos y de materiales: Eliminar la contaminación fuera del sitio, minimizar los riesgos sobre la salud y la seguridad de las comunidades y el medio ambiente a corto y largo plazo, y proteger los usos futuros de la tierra y del agua.

Capítulo 4.2—Gestión del agua: Gestionar los recursos hídricos de manera que se haga un esfuerzo por proteger los usos futuros y actuales del agua.

Capítulo 4.3—Calidad del aire: Proteger la salud humana y el medio ambiente de contaminantes del aire.

Capítulo 4.4— Ruido y vibración: Preservar la salud y el bienestar de los receptores de ruido cercanos, y el disfrute de las propiedades y los valores de la comunidad, así como proteger de los impactos por vibraciones a las estructuras que estén fuera del sitio minero.

Capítulo 4.5— Emisiones de gases de efecto invernadero: Minimizar los impactos de los cambios climáticos a través del incremento de la eficiencia energética, la reducción del consumo de energía y de la emisión de gases de efecto invernadero.





Capítulo 4.7— Manejo del cianuro: Proteger la salud humana y el medio ambiente a través de la gestión responsable del cianuro.

Capítulo 4.8— Manejo del mercurio: Proteger la salud humana y el medio ambiente a través de la gestión responsable del mercurio.



Desde que se lanzó el Código Bettercoal en 2013, se ha convertido en el estándar reconocido internacionalmente para evaluar, garantizar y mantener un desempeño ético, ambiental y social estricto en toda la cadena de suministro de la minería del carbón.






Los estándares de Better Coal incorporan las siguientes líneas que tienen relación con la Economía Circular y las Mejores Técnicas Disponibles

-  Principio 4. REHABILITACIÓN Y CIERRE DE LA MINA Las compañías implementarán un proceso integrado de cierre y rehabilitación de la mina, incorporando aspectos medioambientales, sociales, económicos y de gobernanza en las operaciones desde las primeras etapas de desarrollo de la mina.
-  Principio 8. COMUNIDADES Y ACTORES INTERESADOS Las compañías identificarán e interactuarán actores interesados potencialmente afectados y contribuirán con el desarrollo social, cultural, medioambiental, económico e institucional a largo plazo de las comunidades en las que operan.
-  Principio 9. ADMINISTRACIÓN DEL AGUA Las compañías tendrán sistemas funcionales que permitan la extracción, uso y manejo eficiente y responsable del agua en sus operaciones, con la finalidad de contribuir con una buena administración del agua en el área de operaciones.
-  Principio 10. MANEJO DE EMISIONES, EFLUENTES Y DESPERDICIOS Las compañías tendrán sistemas instalados para evitar y minimizar emisiones potencialmente peligrosas, y para manejar los desperdicios, alineados con la jerarquía de mitigación.
-  Principio 11. EMISIONES DE GASES POR EFECTO INVERNADERO (GHG, por sus siglas en inglés) Las compañías tendrán sistemas instalados para medir, evitar y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero en todas las etapas del ciclo de vida de la mina.



Copper Mark es un marco de garantía creíble para promover prácticas de producción responsable y demostrar el compromiso de la industria del cobre con la transición verde. Se promueve la incorporación de prácticas de producción responsable en las industrias del cobre, molibdeno, níquel y zinc y el compromiso de dichas industrias con la transición verde. El enfoque de este estándar es que los participantes en la cadena de suministro de cobre con el estándar Cooper Mark sean reconocidos por sus empleados, vecinos, clientes, inversionistas y la sociedad civil por haber adoptado prácticas operativas responsables internacionalmente aceptadas y por hacer contribuciones significativas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

Los criterios “The Cooper Mark” incorporan las siguientes líneas que tienen relación con la Economía Circular y las Mejores Técnicas Disponibles

-  **Gestión del Riesgo Ambiental:** Implementar un sistema de gestión ambiental (SGA) funcionalmente equivalente a un estándar reconocido internacionalmente (por ejemplo, ISO 14001).
-  **Emisiones de Gases de Efecto Invernadero:** Cuantificar, establecer objetivos de reducción y divulgar las emisiones de CO₂ equivalente de acuerdo con los protocolos de informes internacionales establecidos (p. Protocolo IPCC o GHG).
-  **Consumo energético:** Implementar y cuantificar mejoras de eficiencia energética y aumento uso de energías renovables para reducir el consumo total de energía y/o intensidad.
-  **Gestión de relaves mineros:** Diseñar, operar, monitorear y cerrar embalses de relaves mientras minimizar los impactos adversos para la salud humana y el medio ambiente en línea con los estándares reconocidos internacionalmente.
-  **Cierre Minero:** Tener un plan documentado con aportes de las partes interesadas que aborde aspectos ambientales y sociales y hace provisiones financieras para el cierre y recuperación del sitio / instalación

World Gold Council




El Consejo Mundial del Oro (World Gold Council) es una organización de desarrollo de mercado para la industria del oro que tiene como propósito estimular y mantener la demanda de oro, brindar liderazgo en la industria y ser la autoridad global en el mercado del oro.



El propósito del presente documento es complementar el Marco de Aseguramiento de los Principios de la Minería de Oro Responsable (RGMPs, por sus siglas en inglés) del Consejo Mundial del Oro (World Gold Council por sus siglas en inglés) y ofrecer:


Los Principios de la Minería de Oro Responsable (RGMPs, por sus siglas en inglés) del Consejo Mundial del Oro (World Gold Council por sus siglas en inglés) incorporan las siguientes líneas que tienen relación con la Economía Circular y las Mejores Técnicas Disponibles

 **Principio 8 – Cuidado del medio ambiente:** Nos aseguraremos de que la responsabilidad ambiental sea el elemento central de nuestra forma de trabajar

8.2 Diseñaremos, construiremos, gestionaremos y desmantelaremos las instalaciones de almacenamiento de relaves, las instalaciones de lixiviación en pilas y la infraestructura hidráulica a gran escala utilizando prácticas de gestión y gobernanza en curso, de conformidad con las directrices de buenas prácticas ampliamente respaldadas. No desarrollaremos una nueva mina que involucre el uso de relaves ribereños o submarinos poco profundos.

8.3 Identificaremos y gestionaremos los riesgos potenciales relacionados con el transporte, la manipulación, el almacenamiento y la eliminación de todos los materiales peligrosos. Cuando nuestras operaciones utilicen cianuro, nos aseguraremos de que nuestras disposiciones para el transporte, almacenamiento, uso y eliminación de cianuro se ajusten a las normas de práctica establecidas en el Código Internacional para el Manejo de Cianuro

8.4 No utilizaremos mercurio para extraer oro en nuestras instalaciones de procesamiento ni aceptaremos oro producido por terceros utilizando mercurio. Apoyamos el objetivo de la Convención de Minamata de reducir las emisiones de mercurio para la protección de la salud humana y el medio ambiente. Identificaremos las emisiones de mercurio de origen puntual a la atmósfera, derivadas de nuestras actividades, y las reduciremos al mínimo. Solo venderemos el mercurio capturado para usos reconocidos como aceptables por las convenciones internacionales.

 **Principio 9 – Biodiversidad, uso de la tierra y cierre de minas:** Trabajaremos para asegurar que los ecosistemas frágiles, los hábitats y las especies en peligro de extinción estén protegidos de cualquier daño y planearemos el cierre responsable de minas

9.4 Planificaremos los aspectos sociales y ambientales del cierre de mina en consulta con las autoridades, nuestra fuerza laboral, las comunidades afectadas y otras partes interesadas relevantes. Tomaremos medidas financieras y técnicas para asegurar que se cumplan los compromisos previstos de cierre y post-cierre, incluyendo la rehabilitación del terreno, el uso futuro beneficioso de la tierra, la preservación de las fuentes de agua y la prevención del drenaje ácido de rocas y la lixiviación de metales.

∞ Principio 10 – Agua, energía y cambio climático: Mejoraremos la eficiencia de nuestro uso del agua y la energía, reconociendo que los impactos del cambio climático y las limitaciones hídricas pueden convertirse cada vez más en una amenaza para los lugares en los que trabajamos y en un riesgo para nuestra licencia para operar

10.1 Utilizaremos el agua de manera eficiente y responsable y en cooperación con las autoridades y, cuando sea posible, con otros usuarios. Cuando operamos en áreas con escasez de agua, tomaremos medidas proporcionadas y viables para mejorar la eficiencia de nuestro uso del agua y trataremos de reducir nuestra huella hídrica, incluso, cuando sea posible, a través de un mayor reciclaje.

10.3 Apoyamos los objetivos de los acuerdos climáticos mundiales mediante la prevención, reducción o mitigación de las emisiones de carbono. Donde corresponda, trabajaremos para mejorar la capacidad de nuestras operaciones y de las comunidades cercanas para resistir los efectos del cambio climático

10.4 Trabajaremos para mejorar la eficiencia de nuestro uso de la energía y para minimizar la intensidad de nuestras emisiones de gases de efecto invernadero. Mediremos e informaremos sobre nuestras emisiones de CO₂ equivalente, de acuerdo con las normas de notificación aceptadas.

Hoja de Ruta para la Gestión Sostenible de las Materias Primas Minerales

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España estableció la Hoja de Ruta para la Gestión Sostenible de las Materias Primas Minerales la cual refuerza la autonomía estratégica del país y la seguridad de abastecimiento de suministros clave para la transición energética y el desarrollo digital.



La **Hoja de Ruta** contempla cuatro orientaciones estratégicas.

- Busca la eficiencia y la economía circular en las cadenas de valor del suministro de materias primas minerales, integrando y concretando para la industria extractiva los objetivos y líneas de actuación de la Estrategia España Circular 2030.
- Plantea una oportunidad para impulsar y consolidar la gestión sostenible de las materias primas minerales en la industria extractiva española.
- Se enfoca en garantizar la seguridad de suministro y el cumplimiento de los requisitos medioambientales, geoestratégicos y de justicia social en la importación de materias primas minerales.
- Fomento a la industria de materias primas minerales de carácter estratégico para la transición energética y digital, por su empleo masivo en la implantación de energías renovables, baterías para vehículos eléctricos o almacenamiento a medio y largo plazo de energía, alineándose con las políticas europeas de acceso a los recursos y sostenibilidad.

Este documento incorpora un capítulo denominado **instrumentos regulatorios** para un nuevo marco normativo del sector para lograr el objetivo de conseguir un suministro estable y competitivo de materias primas de fuentes nacionales, al tiempo que se promueve la buena gobernanza fundamentado en la prioridad alinear la legislación asociada con los objetivos de España Circular 2030 e integrar mejor los recursos minerales en la planificación regional y local.

El documento relaciona que se debe garantizar plenamente la solvencia técnica y económica de las empresas explotadoras, así como el compromiso con la protección del medio ambiente en todas las actividades mineras y el fomento de las buenas prácticas para la prevención de los impactos ambientales, la protección de la biodiversidad, la creación de corredores ecológicos y la recuperación de los terrenos degradados, analizando, caso a caso, la compatibilidad de la actividad extractiva con la protección del medio ambiente.

También es necesaria una revisión del marco legal que regula la actividad minera en su conjunto y la restauración ambiental, el régimen de inspección y sanción minero-ambiental y el régimen fiscal e impositivo a través de la creación de instrumentos que persigan que parte de la riqueza derivada del aprovechamiento de los bienes de dominio público reviertan a la sociedad.

Si bien es cierto la hoja de ruta plantea que se requiere un desarrollo y/o armonización de instrumentos regulatorios, en concreto no plantea ninguno relacionado de forma directa a la implementación de la economía circular o mejores técnicas disponibles en el sector minero.

La hoja de ruta contempla el desarrollo de **instrumentos sectoriales** relacionados con la Eficiencia de los Procesos y Economía Circular, específicamente el impulso de las industrias de Materias Primas Minerales como actor estratégico para la economía circular, el aprovechamiento de escombreras mineras y el impulso a la rehabilitación de instalaciones de residuos mineros.

Impulso de las industrias de Materias Primas Minerales como actor estratégico para la economía circular (Medida 12): Promover el papel de las industrias de Materias Primas Minerales como actor estratégico para la economía circular, ya que son decisivas en la gestión, reutilización y el reciclado de diferentes residuos, desde la recuperación de metales y otros componentes de alto valor a la producción de áridos reciclados, a partir de la gestión de RCD.

Además, promover acciones para mejorar la eficiencia en la gestión de los recursos de materias primas minerales, reduciendo el volumen de residuos generados, mejorando los planes de gestión de residuos existentes y aplicando **las Mejores Técnicas Disponibles** para su adecuada gestión y, en su caso, reutilización, recuperación y reciclado de los residuos generados. Para dinamizar la transición hacia una economía circular, se fomentará el establecimiento de criterios de fin de condición de residuos que permitan agilizar el uso de materias primas secundarias.




Impulso de escombreras mineras (medida 13): La explotación, con nuevas tecnologías, de escombreras existentes, permite recuperar y poner en el mercado materias primas previamente desechadas pero muy necesarias y, al mismo tiempo, reducir las necesidades del país en cuanto a las materias primas.

En consecuencia, analizar y desarrollar las medidas más adecuadas para fomentar la recuperación de antiguas instalaciones de residuos abandonadas o próximas a su abandono, a través de la aplicación de las MTD de tratamiento, cuando sea tecnológica, económica y medioambientalmente posible la recuperación de la materia prima o de subproductos, o bien con la aplicación de las nuevas técnicas de restauración de estos espacios.

Impulso a la rehabilitación de instalaciones de residuos mineros abandonadas (medida 14): Proponer a las autoridades mineras competentes de las CC.AA. la elaboración y coordinación de un plan para la rehabilitación de instalaciones de residuos mineros abandonadas con el apoyo de la industria, las propias Administraciones Autonómicas, la Administración General del Estado y la Comisión Europea.


Puesta en valor de los huecos mineros (medida 15): Elaboración de inventarios de los huecos mineros disponibles, para analizar su uso en actuaciones de potenciación de la biodiversidad en los procesos de restauración: conectividad para algunas especies, recuperación de hábitats que actualmente son escasos y vitales para algunas especies vulnerables, refugio de fauna (polinizadores), etc. u otras actuaciones como el uso de excedentes de excavación en obras cercanas en las restauraciones o realización de actividades de ocio o deportivas. Asimismo, se estudiarán medidas para la puesta en valor de los huecos mineros como áreas de gestión de residuos procedentes de otras actividades. Para ello, será necesario elaborar documentación de apoyo a las autoridades autonómicas que permita diferenciar las operaciones de relleno y de vertido, con objeto de tramitar adecuadamente las autorizaciones que correspondan en cada caso.

De la misma manera incluye la Gestión sostenible en la minería con las siguientes medidas:

-  **Desarrollo de mecanismos e iniciativas para la recuperación y puesta en valor de antiguos espacios degradados abandonados y del patrimonio cultural en las áreas mineras (medida 20):** Analizar el desarrollo de mecanismos e iniciativas para la recuperación ambiental y puesta en valor de antiguos espacios degradados, promoviendo la colaboración público-privada. Se articularán instrumentos que aseguren la correcta identificación y, en su caso, preservación y puesta en valor del Patrimonio Cultural en las áreas mineras.
-  **Mejora de las dotaciones de recursos humanos, materiales y tecnológicos a las administraciones mineras (medida 21):** Mejorar los medios de las administraciones mineras, con objeto de impulsar la Administración 4.0, digitalizada, y dotarla de más recursos materiales, humanos y tecnológicos. Desarrollar un programa de actualización de conocimientos y de aplicación de nuevas tecnologías, para los técnicos e impulsar la implantación de metodologías BIM (Building Information Modeling) en explotaciones, oficinas de proyectos y Administración, favoreciendo así la tramitación digital
-  **Definición de las Mejores Técnicas Disponibles para la reducción del impacto ambiental y las emisiones (medida 21):** Elaboración, por parte del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, de una Guía, por subsectores de la industria de Materias Primas Minerales, para definir las Mejores Técnicas Disponibles para mejorar la eficiencia en el uso del agua y la reducción del impacto ambiental y emisiones, así como de una Guía metodológica para la restauración de los terrenos afectados por las actividades extractivas.

Finalmente, la hoja de ruta para la gestión sostenible de las materias primas mineras propone como línea transversal la **Eficiencia de los procesos y Economía Circular** y la **Investigación y Desarrollo (I+D)** con las siguientes actividades:


Eficiencia de los Procesos y Economía Circular

-  **Aplicación de los instrumentos transversales para la reutilización, reciclado y valorización de residuos (medida 29):** Analizar y evaluar, en el ámbito de esta Hoja de Ruta, los instrumentos transversales que se establecen y coordinan por España Circular 2030, que ayuden a que la industria de las Materias Primas Minerales avance en la prevención de la generación de residuos y suministre materias primas de calidad que incrementen la durabilidad de los productos a los que se incorporan (prevención de la generación).


Gestionar con la aplicación de las MTD más avanzadas los yacimientos, las plantas de tratamiento y las fábricas, profundizando en la eficiencia en la gestión de los recursos y


fomentando la reutilización, reciclado y otra valorización de residuos (fomento del uso de recursos locales y de subproductos, mejora de la calidad de materias primas secundarias, promover la normalización y certificación relativas al uso de materiales reciclados y materias primas secundarias, etc.).

Fomentar inversiones en tecnologías que incrementen la eficiencia en la gestión de los recursos mineros y en las tecnologías de reutilización, recuperación, reciclado y valorización de los residuos generados y coproductos. Además, se promoverá el desarrollo de Plataformas Tecnológicas Sectoriales y la incorporación efectiva de los criterios de economía circular a las compras públicas de bienes y servicios.

-  **Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la industria y en la cadena de valor (medida 30):** Elaborar acciones para la introducción y el uso de energías renovables, la electrificación de la maquinaria, el incremento de la eficiencia energética, la digitalización para la optimización de los procesos y la mejora tecnológica con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de toda la cadena de valor. Asimismo, fomentar la restauración de espacios afectados por el uso minero, con explotaciones de energía limpia y renovable (fotovoltaica, eólica, etc.).

Investigación y Desarrollo (I+D)

-  **Programa de mejoras tecnológicas orientadas a la economía circular (medida 42):** Elaboración de un programa de mejoras tecnológicas, orientado a potenciar la economía circular en la industria de las materias primas minerales, con el objetivo de prevenir la generación de residuos en todas las etapas del proceso productivo, desarrollar productos de mayor durabilidad y reciclabilidad, implementar un pasaporte de producto (contenido en materias primas), desarrollar nuevas técnicas de gestión de residuos de industrias extractivas o procedentes de otras industrias, o acondicionar los huecos mineros para la gestión, valorización o depósito definitivo de residuos.

-  **Apoyo a la investigación para optimizar el rendimiento y la sostenibilidad de las operaciones de extracción y beneficio de las materias primas minerales (medida 44):** Establecer las bases para el fomento de la I+D+i, a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) como impulsor de proyectos y facilitador de la internacionalización de la innovación, con medidas y acciones específicas adaptadas a los diferentes tamaños de empresas y, en particular, orientados hacia las PYME.

Adoptar, asimismo, medidas de apoyo a la I+D+i de las tecnologías de la cadena de valor de las materias primas minerales. El apoyo de la innovación de las empresas auxiliares del sector minero facilitará la ampliación de la cadena de valor lo que redundará también en la mejora y el crecimiento de dichas empresas auxiliares y en la atracción de inversiones, en proyectos aguas arriba.

Crear una línea de financiación exclusiva para proyectos de la cadena de valor de las materias primas minerales en los sucesivos Planes Estatales de Investigación Científica y Técnica y de Innovación. También, adoptar iniciativas para la promoción de la I+D+i en las industrias de materias primas minerales, alineadas con las directrices de la UE, la Asociación europea para la innovación sobre materias primas, la EIT Raw Materials y la Alianza Europea de las Materias Primas (ERMA).

Adicionalmente se revisaron fuentes oficiales internacionales y, aunque no se existe normativa específica relacionada con Economía Circular, se documentaron algunos desarrollos recientes que fomentan la circularidad y la implementación de las mejores técnicas disponibles – MTD’s.

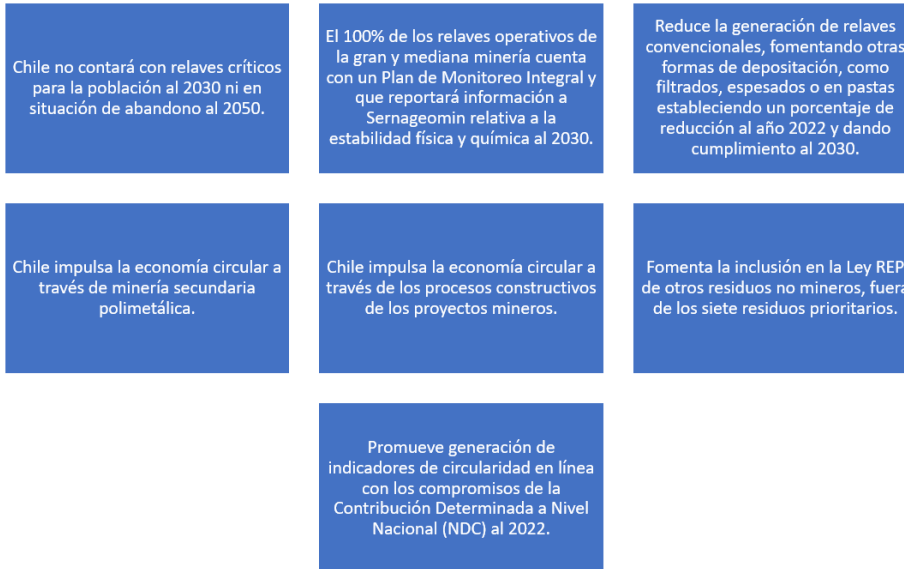
El Decreto 2 del 28 de enero de 2023 del Ministerio de Minería de Chile aprobó la **Política Nacional Minera 2050**, la cual, entre muchos ejes contempla el Ambiental con la siguiente visión:

“...Una minería sustentable debe ser líder en economía circular, estar a la vanguardia en gestión ambiental y comprometida con un uso racional y eficiente de los recursos naturales en sus procesos productivos. Asimismo, procura satisfacer las necesidades del presente con mirada de futuro de manera responsable, dándole la oportunidad a las futuras generaciones para que puedan hacer lo propio.

Anhelamos una minería como motor de desarrollo ambiental sostenible, que gestiona sus riesgos e impactos, busca contribuir a la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos locales y colabora con la creación de una economía cero carbono.

La minería chilena tiene un rol de liderazgo para enfrentar el desafío del cambio climático; la conservación y recuperación de la biodiversidad, generando un efecto positivo alternativo y equivalente; la seguridad hídrica; la conservación de los ecosistemas y los servicios que estos proveen, cuya gestión es fundamental para el bienestar de las personas. El sector minero no solo tiene la capacidad, sino también la oportunidad, los recursos y profesionales para estimular la mejora continua de su desempeño ambiental a través de la innovación y adopción tecnológica, así como también los estándares y prácticas de vanguardia que, junto con reducir sus impactos ambientales, generen valor económico, social y ambiental en cada una de sus etapas, incluyendo el cierre de las faenas...”

Uno de los objetivos estratégicos del eje ambiental de la **Política Nacional Minera de Chile** implica “Liderar el modelo de economía circular a través de la reutilización de residuos y uso eficiente de recursos y tiene las siguientes metas:



Fuente: Autor a partir de la Política Nacional de Minería 2025 de Chile

Otro documento de referencia tomado como soporte para el desarrollo normativo se denomina “La economía circular en la minería peruana”¹¹ elaborado por la CEPAL relaciona que:

“La EC promueve iniciativas para construir capacidades, tecnología, innovaciones y generación de conocimiento mediante el aprendizaje acumulativo (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), Zanforlin et al., 2020), cuyas experiencias exitosas en la transición hacia esta provienen de la participación de todos los actores de la sociedad, y su capacidad para vincularse y crear patrones adecuados de colaboración e intercambio (Ghisellini et al., 2016). Del mismo modo, la EC propone un replanteamiento de la propiedad, donde el centro de ganancias sea el resultado entregado en lugar del producto vendido. De esta manera, funciona como catalizador de este modelo de negocio el sistema producto-servicio (productos tangibles, y servicios intangibles diseñados y combinados para que juntos sean capaces de satisfacer las necesidades específicas de los clientes) (Tukker, 2015, p. 81)”.

*El concepto de EC es tendencia entre académicos, políticos y profesionales. Existen aproximadamente más de 114 definiciones (Kirchner, Reike y Hekkert), lo cual dificulta el consenso. Cabe señalar que, en los países de América Latina y el Caribe (ALC), el término está fuertemente dominado por conceptos relacionados con la **economía del reciclaje** (Henríquez-Aravena, Martínez-Cerna y Venegas-Cifuentes). A continuación, se presentan las definiciones más destacadas:*

- *[Es] un sistema industrial que es restaurador o regenerativo por intención y diseño. Reemplaza el concepto de ‘fin de vida’ con restauración, cambia hacia el uso de energía renovable, elimina el uso de químicos tóxicos, que perjudican la reutilización, y apunta a la eliminación de desechos a través del diseño superior de materiales, productos y sistemas y, dentro de este, modelos de negocio (Fundación Ellen MacArthur, 2013, p. 7)*

¹¹ Dolfer Julca Zuloeta, 2022

- *[Consiste en] utilizar los recursos de manera más eficiente a lo largo de su ciclo de vida al cerrar, extender y estrechar los circuitos de materiales que podrían resultar en la disociación del consumo de materias primas primarias del crecimiento económico (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), 2018, p.2).*
- *Economía en el [sic] cual el valor de los productos y los materiales se mantiene el mayor tiempo posible y se minimiza el uso de los recursos y la generación de residuos [...] economía competitiva y eficiente en el uso de recursos (Unión Europea, 2018, p. 2).*
- *Es un sistema económico que reemplaza el concepto de 'fin de vida' por reducir, reutilizar, reciclar y recuperar materiales en los procesos de producción / distribución y consumo. Opera a nivel micro (productos, empresas, consumidores), nivel meso (parques eco-industriales) y nivel macro (ciudad, región, nación y más allá), con el objetivo de lograr el desarrollo sostenible, creando así simultáneamente calidad ambiental, económica, prosperidad y equidad social, en beneficio de las generaciones actuales y futuras (Kirchner et al., 2017, p. 228).*

Se debe incentivar que los procesos operativos en la minería sean regenerativos y restaurativos² en lugar de ser extractivos, es decir, pasar de flujos lineales a circulares. De esta manera, se interiorizan los costos de los impactos ambientales, al mismo tiempo que se crean oportunidades económicas adicionales a los propios de la actividad minera.

Este documento elaborado por la CEPAL relaciona algunos conceptos bibliográficos con son pertinentes extraer al presente documento dada la relevancia del tema a reglamentar.

- *Geoff McCarney (2021) señala que la vinculación de la minería y la EC radica en repensar los residuos mineros mediante el uso de sistemas de circuito cerrado para reducir su producción (la cantidad de residuos depende de la mina y sus operaciones), y extender la vida útil de la mina para reducir la necesidad de abrir nuevas minas. Esta adopción gira en torno a ampliar la productividad de la vida útil de la mina, asegurando que se recupere el valor máximo antes del cierre y/o rehabilitación (mirar a la mina como un producto), y regenerar la mina en su fase de cierre y/o rehabilitación con fines productivos a futuro.*
- *Los desechos mineros y relaves pueden tener importantes impactos ambientales, por lo que se necesitan estrategias integrales de corto, mediano y largo plazo para transformar la industria minera hacia la circularidad. En este contexto, Tayebi-Khorami et al. (2019), en Repensar los residuos mineros mediante un enfoque integrador dirigido por las aspiraciones de la economía circular, explican que la aplicación del pensamiento de la EC sería una perspectiva transformadora de la minería para crear un nuevo valor económico y avanzar hacia una huella ambiental cero. Sin embargo, la circularidad requerirá algunos cambios*

² Según Mang y Reed (2015), el diseño regenerativo es un sistema de tecnologías y estrategias basado en el entendimiento del trabajo profundo de los ecosistemas. Este elabora diseños para regenerar, más que agotar, los sistemas de soporte vitales y los recursos dentro de los conjuntos socioecológicos. Por otro lado, el diseño restaurativo es un sistema de diseño que combina el retorno de sitios contaminados, degradados o dañados, y les otorga un estado de salud aceptable a través de la intervención humana, con diseños que reconectan a las personas con la naturaleza.

fundamentales que incluyen infraestructura, legislación y economía favorable. Asimismo, el citado estudio formula la pregunta “¿cómo la industria minera puede crear un nuevo valor económico, minimizar sus impactos sociales y ambientales, y disminuir la responsabilidad de los residuos mineros?”. Los autores responden que la solución radica en **repensar los residuos** con un enfoque multidisciplinario e integrador de las dimensiones sociales; técnicas (geometalúrgicas), económicas y legales, para lograr, por ejemplo, residuos estables, inertes, gestionados con una huella mínima de uso de agua y energía, considerando los aspectos ambientales, sociales. Además, se debe seleccionar tecnología óptima de eliminación y brindar oportunidades para la reutilización.

- Los métodos de eliminación de relaves en minas a cielo abierto y/o minas subterráneas (abandonadas/ operativas) se disponen en presas, ya sea de **manera convencional**, que es la disposición de relave en modo de lechada de agua más relave. En este, los incidentes por la falta de control del balance hídrico o consistencia en su construcción han tenido repercusiones catastróficas por las rupturas de las presas. Los **relaves en pasta y espesados** son mezclas densas y viscosas de relaves y agua, dicha disposición minimiza la huella de almacenamiento; asimismo, se pueden disponer como rellenos en mina, y reduce el potencial de drenaje ácido y el riesgo de falla, pudiendo mezclarse con cemento portland para crear relleno cementado. De este modo, estabiliza los contaminantes presentes en el agua residual del relave. No obstante, con la extracción de minerales con menor calidad (leyes cada vez más baja y, en consecuencia, mayores volúmenes de desecho producido), la gestión de relaves necesita un enfoque integrador y multidisciplinario que permita la integración de técnicas de procesamiento de minerales con el fin de eliminar la pirita y otros sulfuros por flotación antes de la eliminación (principales generadores de acidez). Una de las técnicas más prometedoras para limitar la producción de drenaje ácido de mina a partir de relaves es la desulfuración, cuyo desafío principal es hacer flotar los sulfuros de forma selectiva desde una pulpa ya tratada (Edraki et al., 2014).
- Lèbre et al. (2017) exploran actividades de reprocesamiento de desechos mineros previamente descartados o simplemente sin explotar, proponiendo observar los depósitos de residuos mineros como recursos abióticos, con una peculiaridad en los residuos que contienen sulfuros, que con el pasar del tiempo su calidad mermaría debido a la generación de lixiviados. Asimismo, establecen que las pérdidas de minerales se pueden controlar en las prácticas de operación y cierre, y en las estrategias posteriores al cierre. La gestión de residuos mineros, con base en tecnología e innovación, debe ser proactiva para encontrar formas alternativas de emplear los desechos mineros ahora o en el futuro, o pueden eliminarse de una manera que los esterilice para cualquier propósito futuro.

Mejores Técnicas Disponibles – MTD’s.

La directiva 2008/1/CE del parlamento europeo y del consejo de 15 de enero de 2008 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación define a las «**mejores técnicas disponibles**» como la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en

principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente. Este concepto no únicamente aplica para las emisiones, en general puede ser aplicado a cualquier aspecto de tipo ambiental que quiera ser prevenido y/o corregido desde la fuente. El concepto puede definirse como:



Fuente: Diagrama elaborado por autor con base en la directiva 2008/1/CE

El documento denominado “ESTUDIOS DE NORMATIVAS INTERNACIONALES DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, CIERRE Y POST CIERRE DE DEPÓSITOS DE RELAVES” del SERNAGEOMIN (2018) realiza una relación de la descripción y configuración general de los depósitos de relaves y de sus características:

- **Depósitos de Relaves**

Existen diferentes formas en que se realiza la deposición de los relaves, que dependiendo de variados factores como son la cercanía al concentrador, la capacidad de almacenamiento de relaves, la topografía del lugar y/o el nivel de producción del yacimiento, se deberá seleccionar la forma más apropiada para disponer de estos relaves. En función del DS N°248 de 2006, en Chile se reconocen los siguientes tipos de depósitos:

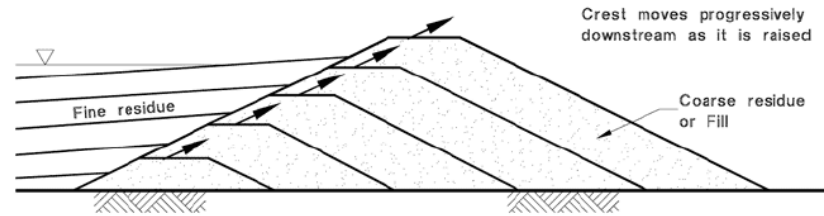
- **Tranques de Relaves:** Son aquellas estructuras que utilizan la parte gruesa de los relaves para la construcción del muro perimetral, mientras que la parte fina (lamas) se descarga en el interior de la

obra. La construcción del muro se puede hacer mediante 3 formas de crecimiento o métodos constructivos:

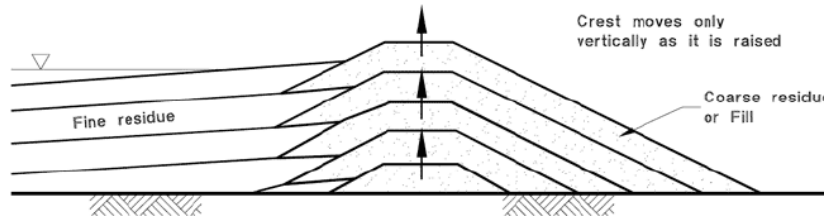
Método Aguas Arriba: Consiste en un muro inicial construido con material de empréstito compactado sobre el cual se inicia la deposición de los relaves, utilizando clasificadores o hidrociclones; donde la fracción más gruesa se descarga por el flujo inferior del hidrociclón y se deposita junto al muro inicial, mientras que la fracción más fina, que sale por el flujo superior del hidrociclón se deposita hacia el centro del tranque en un punto más alejado, de tal modo que se va formando una especie de playa, formándose el pozo o laguna de sedimentación, la que una vez libre de partículas en suspensión es evacuada mediante un sistema de estructura de descarga. Una vez que el depósito se encuentre próximo a llenarse, se procede a levantar el muro, desplazando los hidrociclones a una mayor elevación en la dirección de aguas arriba y comenzando así, una nueva etapa de descarga de relaves. Si bien este método requiere un menor volumen de material arenoso, es el tipo de muro menos resistente frente a los sismos, por lo que en Chile su construcción está totalmente prohibida

• **Método Eje Central o Mixto:** Se inicia con un muro de partida de material empréstito compactado, sobre el cual se deposita la parte gruesa hacia el lado de aguas abajo y la parte fina o lamas hacia el lado de aguas arriba. Una vez completado el vaciado de material, se eleva la línea de alimentación de la parte gruesa y fina, siguiendo el mismo plano vertical inicial de la berma de coronamiento del muro de partida. Lo que permite lograr un muro de arenas donde el eje se mantiene en el mismo plano vertical, el talud de aguas arriba relativamente vertical, y el talud aguas abajo puede tener la inclinación que se considere adecuada. Este método requiere disponer un volumen suficiente de arenas que permitan lograr muros estables sísmicamente (Figura 1.b).

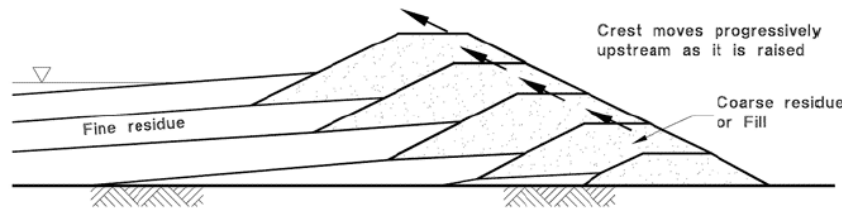
• **Método Aguas Abajo:** La construcción se inicia con un muro de partida de material de empréstito compactado, a partir del cual se inicia el levantamiento del muro con la arena del relave, donde la parte gruesa se vacía hacia el lado del talud de aguas abajo y la parte fina se deposita hacia el talud aguas arriba. Cuando el muro se ha peraltado lo suficiente (2-4 metros), se inicia la elevación del muro, desplazando a los hidrociclones a una mayor elevación en dirección aguas abajo, y así, comenzando una nueva etapa de descarga de relaves. Este método requiere disponer un gran volumen de material arenoso, pero permite lograr una mayor estabilidad sísmica (Figura 1.a).



(a) Downstream Method



(b) Centreline Method



(c) Upstream Method

Embalses de Relaves: Son obras similares a un embalse de agua, las que son construidas con un muro resistente compuesto totalmente de un material de empréstito (arena y rocas alledañas), compactado e impermeabilizando el talud interior del muro, así como también parte o todo de su coronamiento.

- **Depósito de Relaves Espesados:** Depósitos en el que la superficie es previamente sometida a un proceso de sedimentación, en equipo denominado Espesador, que favorece la sedimentación de los sólidos (de manera similar a la limpieza de agua de ríos para hacer agua potable), con el objetivo de retirar parte importante del agua contenida, la que puede ser re-utilizada para reducir el consumo hídrico de fuentes de agua limpia. El depósito de relave espesado se construye de forma tal que impida que el relave fluya a otras áreas distintas a las del sitio autorizado, y contar con un sistema de piscinas de recuperación de agua remanente que pudiese fluir fuera del depósito.

- **Depósito de Relaves Filtrados:** Tipo de depósito de relave donde, antes de ser depositados, son sometidos a un proceso de filtración, mediante equipos determinados, donde se asegure que la humedad será menor a un 20%. El relave una vez filtrado se transporta al lugar de depósito

mediante cintas transportadores o por equipos de movimiento de tierra y/o camiones. En el primer caso, se logra un sistema de deposición en forma de cono similar al método anterior, mientras que en el segundo caso se construyen módulos de material compactado, los cuales permiten conformar un depósito aterrazado de gran volumen. Cabe señalar que en este método es probable que se produzcan infiltraciones de las aguas contenidas en estos relaves si el suelo de fundición es relativamente permeable.

- **Depósito de Relaves en Pasta:** Tipo de depósito de relave que corresponden a una mezcla de agua con sólido, que contiene abundantes partículas finas y bajo contenido de agua, de modo que la mezcla tenga una consistencia espesa, similar a una pulpa de alta densidad.

En el marco de la nueva demanda de minerales requeridos para la transición energética la gestión de depósitos de relaves (colas) cobra gran importancia. Ejemplo de esta gestión es el Programa Tranque el cual corresponde a una iniciativa pública-privada, iniciada a fines del año 2016, cuyo fin es el desarrollo de un bien público correspondiente a un sistema estandarizado de monitoreo y alerta temprana para depósitos de relave, el que a través de una plataforma de gestión de información, proporcione a los actores involucrados (autoridades, compañías mineras y comunidades) información de calidad, confiable y oportuna sobre el desempeño de los depósitos en ámbitos de estabilidad física y monitoreo de aguas circundantes.

El sistema diseñado incorpora dos componentes que se relacionan entre sí: (1) el sistema de monitoreo que incluye los métodos y tecnologías de captura de datos, su recolección, procesamiento, análisis o cálculo y visualización diferenciada de la información obtenida para la definición del desempeño del depósito, y (2) el sistema de alerta temprana considera la comunicación de eventos y alertas hacia los principales actores; organismos públicos, compañías mineras y comunidades, en situaciones de eventuales emergencias, homologadas a la nomenclatura que utiliza ONEMI, para su mejor comprensión. El sistema de monitoreo desarrollado en el marco de Programa Tranque se sustenta en un estándar que define una serie de criterios técnicos para el monitoreo y evaluación de la estabilidad física de los depósitos y de sus aguas circundantes. Este estándar, ha sido consensuado con todos los participantes de esta alianza público-privada.

Para evaluar el desempeño de la estabilidad física de un depósito de relaves, Programa Tranque ha desarrollado una herramienta que evalúa la condición del depósito en base a los tres principales mecanismos de falla (rebalse, erosión interna e inestabilidad de taludes) que pueden afectar la estabilidad física, dentro de los cuales hay dos módulos secuenciales de evaluación, que se diferencian por la frecuencia, cantidad y complejidad de la información requerida. El propósito de la herramienta de evaluación de estabilidad física es conocer y comunicar el desempeño del depósito



Un documento denominado Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles para **Manejo de Relaves y estériles en Actividades Mineras** elaborado en el año 2009 por la Comisión Europea relaciona las actividades que tienen que ver con el manejo de relaves y roca estéril de minerales que tienen el potencial de un impacto ambiental significativo. En particular, ese trabajo relacionó actividades consideradas como ejemplos de “buenas prácticas”. Las técnicas de extracción y el procesamiento de minerales solo se tratan como relevantes para la gestión de relaves y rocas estériles. La intención es crear conciencia sobre tales prácticas y promover su uso en todas las actividades de este sector.

En la siguiente lista se destacan, por ejemplo, algunos ejemplos de mejores técnicas disponibles para el manejo de relaves, entre ellos:

Mejores Técnicas Disponibles – MTD’S	
	Los relaves en lodo, llamados "lodo rojo" del refinado de alúmina, tienen un pH elevado y se almacenan en sistemas convencionales de presas/estanques de relaves, se espesan hasta el punto de que se pueden "apilar en seco" o se descargan en el mar.
	Los relaves de las operaciones de metales básicos se manejan principalmente como lodos en grandes estanques de relaves. A menudo, los minerales de metales básicos contienen sulfuros (en una cantidad mayor que los minerales de amortiguación contenidos), por lo que los relaves tienen un potencial de drenaje ácido de roca (ARD). En una operación, los relaves se descargan de forma subacuática para evitar la generación de DAR desde el principio. Algunas operaciones rellenan parte de los relaves subterráneos. En varios casos, el método de cierre elegido para la balsa de relaves es la técnica de cobertura "húmeda", en

<h2>Manejo de relaves en actividades mineras</h2>	<p>otros casos se aplican coberturas secas.</p>
	<p>Los relaves gruesos de las operaciones de mineral de hierro se manejan en pilas. Los relaves en lodo se manejan en estanques o presas de relave</p>
	<p>Algunas de las minas de oro operadas en Europa tienen un potencial ARD neto. Cuando se utiliza la lixiviación con cianuro para extraer el oro, el cianuro se destruye antes de descargarlo en el estanque de relaves.</p>
	<p>Para los minerales industriales, varios sitios no generan relaves o los venden como agregados</p>
	<p>Las operaciones de boratos primero almacenan los relaves gruesos en montones antes de que se vuelvan a llenar.</p>
	<p>Una operación de caolín descrita en el documento primero deshidrata los relaves finos antes de que se transfieran a las pilas, esto también se hace en algunas operaciones de piedra caliza/carbonato de calcio</p>
	<p>Una operación de piedra caliza desecha los relaves en suspensión en una antigua cantera</p>
	<p>Los sitios de potasa manejan los relaves sólidos en montones o rellenos. Los relaves líquidos se bombean parcialmente a pozos profundos y se conducen parcialmente a aguas superficiales. En un caso descrito en este documento hay descarga marina de los relaves</p>
	<p>En las operaciones de carbón, los relaves gruesos generalmente se manejan en montones o en antiguas operaciones a cielo abierto. Los finos en suspensión se desechan en estanques o se filtran. En algunos casos se venden tanto los relaves filtrados como los relaves gruesos. En otros casos se amontonan. El relleno a menudo no es viable</p>
<p>Algunas de las medidas aplicadas para prevenir accidentes incluyen: rutinas de monitoreo, manuales de operación, supervisión y mantenimiento (OSM), auditorías independientes, balances hídricos, mediciones de hundimiento, revisión de la planificación por expertos externos, uso de piezómetros e ciclómetros y monitoreo sísmico.</p>	

En la siguiente lista se destacan algunos ejemplos de los temas más importantes en el manejo de desechos de roca o material estéril de mina:



<h2>Manejo de</h2>	<h3>Mejores Técnicas Disponibles – MDT's</h3>
	<p>En operaciones subterráneas, la roca estéril generalmente permanece bajo tierra como en el caso de los relaves, los desechos de roca en las operaciones de metales base a veces tienen un potencial de drenaje ácido (Acid Rock Drainage – ARD). Algunas operaciones manejan roca estéril ARD y no ARD por separado. La roca estéril que no genera ARD se usa como agregado, se usa para la construcción de represas o</p>

Estériles en Actividades Mineras	caminos en el sitio o se maneja en montones. Al momento del cierre, los montones de roca estéril que generan ARD se cubren con cubiertas secas diseñadas para prevenir la generación de ARD.
	La roca estéril de una operación de hierro se maneja en montones con los relaves gruesos
	Los desechos de roca de las operaciones de oro se manejan en montones, se usan para la construcción de represas o se rellenan en el tajo abierto.
	Algunas operaciones de minerales industriales rellenan la roca estéril o la venden como agregado
	En muchas operaciones de carbón, la roca estéril se maneja en montones con los relaves finos filtrados. El diseño final de la pila se acuerda con las autoridades y las comunidades con el objetivo de crear estructuras integradas al paisaje.

De acuerdo con el anexo IV de la Directiva, estos son los aspectos que deben tenerse en cuenta en el momento en que un estado miembro de la Comunidad Europea decida implementar el concepto de las Mejores Técnicas Disponibles – MTD’s, teniendo en cuenta los costes y ventajas que pueden derivarse de una acción y los principios de precaución y prevención:

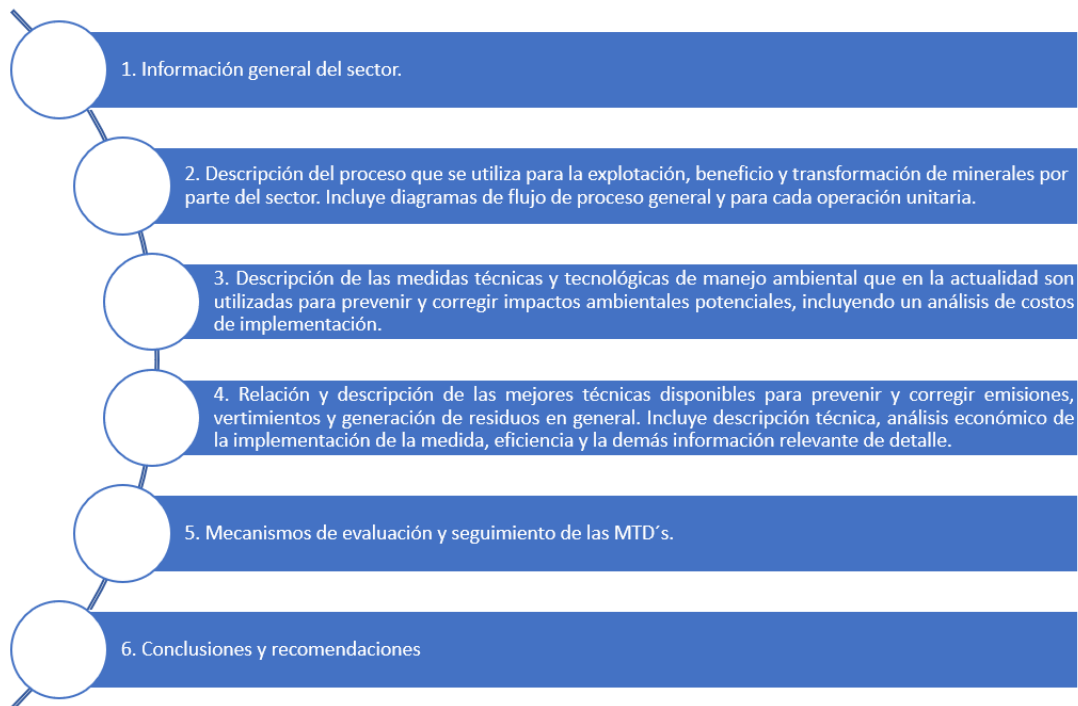
1. Uso de técnicas que produzcan pocos residuos.
2. Uso de sustancias menos peligrosas.
3. Desarrollo de las técnicas de recuperación y reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso, y de los residuos cuando proceda.
4. Procesos, instalaciones o método de funcionamiento comparables que hayan dado pruebas positivas a escala industrial.
5. Avances técnicos y evolución de los conocimientos científicos.
6. Carácter, efectos y volumen de las emisiones de que se trate.
7. Fechas de entrada en funcionamiento de las instalaciones nuevas o existentes.
8. Plazo que requiere la instauración de una mejor técnica disponible.
9. Consumo y naturaleza de las materias primas (incluida el agua) utilizada en procedimientos de eficacia energética.
10. Necesidad de prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y de los riesgos en el medio ambiente.
11. Necesidad de prevenir cualquier riesgo de accidente o de reducir sus consecuencias para el medio ambiente.
12. Información publicada por la Comisión.

Los objetivos generales de las MTD’s corresponden a

-  Reducir la contaminación diaria
-  Prevenir o mitigar accidentes.

Para validar la implementación de las MTD's se debe establecer un panel de expertos en MTD's para el intercambio de información y evaluación de la efectividad de las medidas definidas, conformado por profesionales del sector público y del sector privado. Al proporcionar información relevante sobre las mejores técnicas disponibles, estos documentos deberían actuar como herramientas valiosas para impulsar el desempeño ambiental y orientar a las autoridades ambientales en el proceso de evaluación de medidas de manejo ambiental.

Para la construcción de documentos de mejores técnicas disponibles, economía circular y buenas prácticas ambientales en la minería se debe tener en cuenta la siguiente estructura de contenido:



Fuente: Autor


Estos documentos se recomiendan que sean elaborados de forma individual por tipo de actividad minera y adoptados por acto administrativo. Para el caso del proceso de explotación, beneficio y transformación de minerales se recomienda elaborar documentos individuales por cada una de las 6 clasificaciones de minerales establecidas en el Decreto 1666 de 2016 y este deberá estar disponible en el sitio web que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible genere para tal fin. Ejemplo de esto, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España ha definido un sitio web en el que se pueden encontrar los diferentes documentos de MTD's que han sido elaborados para orientar la gestión ambiental de los diferentes sectores.




Ya que la economía circular el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantienen en la economía durante el mayor tiempo posible mientras se reduce al mínimo la generación de residuos, son las MTD's un mecanismo efectivo de dinamización de la economía circular. Esto permitirá lograr una economía sostenible, descarbonizada, eficiente en el uso de los recursos y competitiva toda vez que se maximizan los recursos disponibles, para que estos permanezcan el mayor tiempo posible en el ciclo productivo.






El modelo económico actual es un modelo lineal, basado en “explotar-fabricar-consumir-eliminar”. Este modelo no es sustentable y agotará las fuentes de suministro, tanto materiales como energéticas. Además, en este tipo de economía hay una fuerte dependencia de las materias primas, lo que conlleva un riesgo asociado al suministro, precios elevados de las mismas y con mucha volatilidad, así como una reducción significativa del capital natural, además de las consiguientes pérdidas económicas. Se hace por tanto necesario avanzar en el proceso de transición para pasar de la economía lineal a la economía circular, proceso en el cual las MTD's como vehículo tecnológico de implementación juegan un papel fundamental.

El documento denominado “**BEST AVAILABLE TECHNIQUES (BAT) FOR PREVENTING AND CONTROLLING INDUSTRIAL POLLUTION**” elaborado por la OCDE, establece recomendaciones clave para los países que deseen establecer mejores técnicas disponibles basados en el sistema de permisos. Las recomendaciones son las siguientes:


 *La concesión de permisos basada en las MTD debería basarse en un sistema integrado de prevención y enfoque de control (IPPC), es decir, integrando las emisiones al aire, al agua y al suelo, así recomendado por la Ley del Consejo de la OCDE sobre IPPC de 1991 (OCDE, 1991[3]). Esto asegura que las emisiones contaminantes y otras presiones ambientales sean mitigados en lugar de desplazado entre diferentes medios ambientales.*


 *El marco de las MTD debe tener como objetivo mejorar el desempeño ambiental de todas las instalaciones industriales, e introducir condiciones en los permisos y licencias cada vez más estrictos, en lugar de simplemente armonizar los niveles de rendimiento en todas las instalaciones. Esto requiere, entre otras cosas, que las MTD's se deriven de información*

pertenecientes a aquellas instalaciones industriales con las mejores condiciones ambientales rendimiento a nivel nacional y de múltiples países.

-  *Los niveles de rendimiento medioambiental y de emisiones asociados a las MTD deben ser impulsados técnicamente. Es decir, deben reflejar el desempeño ambiental y niveles en se pueden ir implementando las MTD o una combinación de MTD, en lugar de que basarse en niveles políticamente negociados.*
-  *El proceso para determinar las MTD y las MTD-AE(P)L debe basarse en el diálogo entre múltiples partes interesadas y basarse en principios de gobierno abierto, incluidos transparencia y participación, como se describe en el Consejo de la OCDE Recomendación sobre Política y Gobernanza Regulatoria (OCDE, 2012). Este ayuda a asegurar que todos los grupos de interés relevantes puedan participar y obtener oportunidades para expresar su opinión. Un enfoque participativo tiende a resultar en mejores resultados, ya que permite construir un entendimiento mutuo de los desafíos ambientales y de los medios para enfrentarlos, asegurando que diferentes los intereses se entienden y se reflejan en los documentos elaborados de las MTD's.*
-  *Las MTD's deben ser al menos tan estrictas como las normas establecidas bajo las convenciones internacionales relevantes, como por ejemplo la de Estocolmo o Minamata.*
-  *La diferencia entre actividades mineras o industriales nuevas y existentes debe ser tomada en cuenta. Al desarrollar, revisar o adaptar los BREF, los países deben distinguir entre las plantas existentes, que a menudo tienen una inversión fija y requieren caminos adaptados que reflejen el aspecto de modernización, y nuevas plantas, o aquellas que han llevado a cabo mejoras importantes, que pueden implementar modificaciones más fácilmente.*
-  *En lugar de desarrollar sus propios BREF, los países pueden considerar la adopción las de otros países o adaptándolas a sus circunstancias nacionales. La producción de BREF puede ser un proceso que requiere mucho tiempo y muchos recursos Por ejemplo este proceso en la Federación Rusa con un alto grado de inversión de recursos económicos y profesionales se demoró un (1) año, en el caso de Corea del Sur tres (3) años, cinco (5) años en la Unión Europea y, a veces, diez años o más en la República Popular China. Por lo tanto, los países que deseen adoptar permisos basados en MTD's no necesariamente tienen que desarrollar sus propios BREF; podrían optar por utilizar los BREF desarrollados en otros países (por ejemplo, Israel utiliza los BREF de la UE y las Conclusiones BAT), o para adaptar un conjunto de BREF existentes a sus circunstancias nacionales (por ejemplo, en varios casos, la Federación de Rusia utilizó los BREF de la UE como punto de partida y posteriormente desarrollo sus propios documentos). Los países que deseen seguir un enfoque basado en MTD's deben reflexionar sobre el enfoque más apropiado en sus circunstancias, y utilizar este documento de orientación en consecuencia haciendo referencia a los elementos que son aplicables a su situación. Se recomienda a todos los*

países que sigan los pasos relativos a la selección de sectores para la aplicación de permisos basados en BAT y para determinar condiciones de permiso basadas en MTD's.

 *Se recomienda la creación de un Grupo de Trabajo Técnico de múltiples partes interesadas que pueda apoyar la posible adaptación de BREF, y/o la implementación general de un sistema de permisos basado en MTD's.*

 *Se deben considerar los pros y los contras de adoptar un enfoque de cadena de valor. Las MTD suelen establecerse a nivel de cada sector industrial o actividad, con poca consideración dada a las interacciones con la cadena de valor. Así, las MTD son a menudo identificadas sin considerar sistemáticamente las interacciones entre sectores, ni el impacto ambiental de una actividad industrial en otras partes de la cadena de valor o en la cadena de valor en su conjunto. Es decir, cada la actividad industrial se trata por separado, y sólo se da una consideración limitada a las interacciones con otras industrias y actores de la cadena de valor.*

Finalmente, para la implementación de las MTD's como vehículo de la Economía Circular en la industria minera deben tenerse en cuenta los efectos sobre otros medios (impactos sinérgicos y acumulativos) y utilizar una metodología para la evaluación de los aspectos económicos de las técnicas, incluyendo asequibilidad, a través de un análisis de costo-beneficio, cuando esto no sea posible se debe usar un procedimiento que requiera menos recursos.

Contexto Nacional

Actualmente Colombia no cuenta con una regulación específica respecto a la normalización de los procesos relacionados con economía circular en la actividad minera, pero sí se regulan aspectos relacionados a los objetivos de esta materia, lo que se manifiesta en una oportunidad para reglamentar algunos aspectos sobre la promoción de la economía circular en la minería, articulando las normas hasta ahora expedidas para otras industrias como también la reglamentación actual en materia ambiental, que facilita el complemento normativo. Por lo anterior es fundamental establecer un punto de partida a través de lineamientos que se adapten a las características del sector minero, contemplando un enfoque técnico, ambiental y sostenible, basado en buenas prácticas, experiencias y mejores técnicas realizadas a nivel internacional que sean viables implementar a nivel nacional.

De esta manera, dando cumplimiento a la **Ley 685 de 2001** (por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones), los Ministerios de Minas y Energía y del Medio Ambiente mediante la **Resolución 18-0861 del 20 de agosto de 2002** adoptan las Guías Minero Ambientales de Exploración, Explotación y de Beneficio y Transformación, las cuales son un instrumento de consulta obligatoria y orientación de carácter conceptual, metodológico y procedimental que enuncian aspectos a considerar, en la etapa de producción, cierre y abandono de las minas, dando elementos importantes en el alcance minero y ambiental, para el desarrollo de proyectos de pequeña, mediana y gran minería.

En Colombia, las primeras iniciativas directamente relacionadas con la economía circular surgen en el año 1997, en la cual el Ministerio del Medio Ambiente (actualmente el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) expidió la **Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos** que tiene como objetivos: *“la política de residuos sólidos al desarrollarse bajo los principios del desarrollo sostenible se fundamentan en tres presupuestos: la minimización del impacto ambiental negativo que causan los residuos, el crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad en general así como de las condiciones sociales de quienes intervienen en las actividades relacionadas con la gestión de los residuos, y la Política de Producción más Limpia* que busca prevenir y minimizar eficientemente los impactos y riesgos a los seres humanos y al ambiente, garantizando la protección ambiental, el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad empresarial, a partir de introducir la dimensión ambiental en los sectores productivos, como un desafío de largo plazo. En el año 2000 con la expedición de la **Política de Parques Industriales Eco-eficientes** por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá con esta iniciativa se busca que se creen espacios geográficos donde diversas empresas se ubican, al estar conectados a la infraestructura logística (vías, fluviales o puertos), en zonas industriales, para compartir infraestructura o para acceder a un régimen tributario favorable (zonas francas). Por la conglomeración de empresas de diferentes sectores y tamaños, los parques industriales presentan oportunidades para desarrollar actividades de simbiosis industrial para el cierre de ciclos de materiales o para compartir servicios o infraestructura, como por ejemplo plantas de tratamiento de aguas residuales.

Mediante el **Decreto 4741 de 2005** se reglamentó parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral y en el año 2007 mediante la **Resolución 1362** se desarrolló la normativa sobre la responsabilidad extendida del productor en materia de la Gestión de los Residuos Peligrosos; en el 2010 la normativa en materia de pilas, acumuladores, computadores, periféricos y bombillas fluorescentes; posteriormente la **Política de Producción y Consumo Sostenible en 2010** y la **Política para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE** acogida mediante Ley 1672 de 2013 contribuyen a la conceptualización de la economía circular. Además plantea los objetivos de minimizar la producción de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, con el fin de minimizar los riesgos en la salud humana y el medio ambiente, finalmente incentivar el aprovechamiento como una alternativa de empleo y como un sector económicamente viable.

Desde el año 2010, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece programas de responsabilidad extendida del productor que obliga a los productores e importadores de productos regulados, a asegurar su recolección en el mercado; es por ello por lo que es indispensable tener en cuenta la **Resolución 1457 de 2010** por la cual se establecen los Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas como línea de acción de los flujos de materiales industriales.

Actualmente Colombia cuenta con la **Resolución 1256 de 2021** que modifica la **Resolución 1207 de 2014** expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones, en línea con lo establecido en la Estrategia Nacional de Economía Circular que contempla el reúso como una práctica para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos. Por otra parte, la **Ley 1715 de 2014** promueve el desarrollo y

la utilización de fuentes no convencionales de energía renovable al sistema energético nacional. De allí parten cuestiones y consideraciones para tener en cuenta lo estipulado en el **Decreto 1076 de 201562**, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible y a su vez lo marcado en la normatividad vigente relacionado con la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía. Grosso modo, es importante tener en cuenta como soporte legal nacional los Programas de Uso Eficiente y Ahorro de los recursos naturales; el **Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua PUEAA**, reglamentada mediante la **Ley 373 de 1997**, junto con la **Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico**, buscan garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz mediante un horizonte de 12 años (2010- 2022). Igualmente, la **Resolución 41286 de 2016**, del MINMINAS por medio de la cual se adopta el Plan de Acción Indicativo 2017 para el desarrollo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía PROURE en la cual define los objetivos y metas indicativas de eficiencia energética, acciones y medidas sectoriales y estrategias base para el cumplimiento de metas al sistema energético nacional.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) junto con otras entidades regulatorias y competentes expiden nuevos elementos para fortalecer el modelo de desarrollo económico, ambiental y social del país, entre ellos la **Política de Desarrollo Productivo a partir del CONPES 3866 de 2016** que promueven la generación de encadenamientos y el fortalecimiento de cadenas de valor como uno de los factores generadores de la productividad enmarcados en 7 ejes, la Transferencia de conocimiento y tecnología, la Innovación y emprendimiento, el Capital humano, el Financiamiento, los Encadenamientos productivos, la Calidad y el Comercio exterior. No obstante, es con el **CONPES 3874 de 2016** que se expide la **Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos**, en la que se introduce el concepto de “avanzar en el cierre de ciclos” de manera oficial en el país.

Adicionalmente, es necesario contemplar en el marco normativo la **Resolución 1257 de 2021 por la cual modifica la resolución 0472 de 2017** expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, cuyo alcance se reglamenta en la Gestión Integral de los Residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD), como uso circular de los flujos de materiales de construcción.

En el marco para el desarrollo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia, se lleva a cabo la Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia a partir del **CONPES 3918 de 2018**, que traza indicadores y metas encaminadas a consolidar un modelo de desarrollo sostenible para el país con un horizonte a 2030. De esta manera, genera una hoja de ruta para cada una de las metas establecidas, incluyendo indicadores, entidades responsables y los recursos requeridos para llevarlas a buen término hacia el desarrollo sostenible. Sin embargo, esta política no establece medios de implementación para el cumplimiento de las metas nacionales y, por lo tanto, la **Política de Crecimiento Verde** se hace necesaria para la definición de acciones estratégicas que permitan la consecución de un crecimiento económico, ambiental y social.

Las autoridades ambientales (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales o Corporaciones Autónomas Regionales), realizan control y seguimiento al aprovechamiento sobre los recursos naturales renovables que se pretenden usar, aprovechar o afectar para el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, como parte de la aprobación y trazabilidad de los instrumentos ambientales requeridos u obtenidos por las empresas para cada uno de sus proyectos, dentro de la normatividad relacionada con proyectos del sector minero, se encuentra la **Resolución 2206 de 2016 – Minambiente** que corresponde a los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de explotación de proyectos mineros y se toman otras determinaciones, así como la **Resolución 0447 de 2020** que corresponde a los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental global o definitiva para proyectos de explotación de pequeña minería. Así mismo y según lo comentado por las Autoridades Ambientales con las cuales se han realizado mesas de trabajo, el aprovechamiento de materiales en el marco de la economía circular, corresponde a depósitos de estériles, los cuales se han realizado en el marco de autorizaciones temporales dando cumplimiento a lo establecido en la **Resolución 1561 de 2019** por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de explotación de materiales de construcción, amparados en autorizaciones mineras temporales, relacionados al mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación de vías terciarias y para el programa Colombia Rural.

Recientemente en Colombia se expidió la Ley 2250 de 2022 "Por medio del cual se establece un marco jurídico especial en materia de legalización y formalización minera, Así como para su financiamiento, comercialización y se establece una normatividad especial en materia ambiental", la cual en su artículo 12 "Economía Circular para el sector minero" contempla que para el fomento de mejores prácticas que promuevan la circularidad de los flujos de materiales y la extensión de su vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible, para el sector minero se podrá en las áreas en que se realicen actividades de explotación minera autorizada bajo la prerrogativa para procesos de formalización o títulos mineros en fase de explotación otorgados para la explotación de metales preciosos (oro, plata, platino), piedras preciosas y semipreciosas, materiales de construcción y demás minerales susceptibles de ser reprocesados, que cuenten con instrumento ambiental, podrán entregar a terceros los residuos, estériles y colas resultado de la extracción del mineral, con el fin de ser aprovechado por empresas, asociaciones o agremiaciones que tengan experiencia en labores mineras. Para el efecto el titular minero o el minero con prerrogativa bajo procesos de formalización y el tercero interesado en aprovechar el material estéril deberán suscribir documento privado donde se especifique entre otros aspectos, las condiciones de entrega de material, transporte y lugar de aprovechamiento del mismo.

El documento *"Propuesta de Lineamientos Técnicos de Política de Buenas Prácticas para Estandarizar los Procesos de la Actividad Minera relacionados con la economía Circular. Contrato de Consultoría GGC-606-2021. Dirección de Minería Empresarial. Ministerio de Minas y Energía. 2021"*, contiene el análisis de la recopilación e interpretación de la información nacional e internacional obtenida, de criterios, experiencias, lecciones aprendidas, directrices, principios, estándares,








técnicas, métodos, metodologías y tecnologías que permitan la estandarización para el desarrollo de modelos circulares en el sector minero, proporcionando directrices que conlleven a la realización de una caracterización detallada del tipo, constitución, calidad y los volúmenes de los subproductos que se pueden generar por la explotación de los minerales, adicional al desarrollo tecnológico para el procesamiento que permita el reúso y, la implementación de iniciativas del modelo circular que extiendan la vida útil de los productos y materiales que se generan dentro del proyecto minero para evitar la disposición final como residuos.

Lo anterior, teniendo en cuenta que se debe reducir la tasa de pérdida de mineral y mejorar la tasa de recuperación de procesamiento de minerales, para el uso total de los recursos, incluyendo aquellos que requieran tecnología específica por su grado de complejidad para su extracción. El documento indica que es importante indicar que la implementación del modelo de economía circular en la actividad minera debe ser considerada desde las primeras etapas del proyecto, para garantizar una explotación eficiente de los recursos desde la exploración y mediante la mecanización, automatización, y optimización de la operación minera.

El documento enuncia que no es fácil pasar de un modelo de economía lineal a uno de economía circular, dado que se requiere de un trabajo conjunto de consumidores, empresas, gobierno y academia donde cada uno juega un rol fundamental en busca de la eficiencia en el uso de materiales o productos, partiendo de la prevención en la utilización de éstos, todo con el fin de reducir la generación de residuos y alargar la vida útil de materiales o productos mediante procesos de reutilización y transformando o reincorporando materiales a ciclos productivos mediante procesos de reciclaje.

Con el fin de lograr el objetivo propuesto los lineamientos de política establecen seis líneas estratégicas que permitirán estandarizar los procedimientos a utilizar por las empresas mineras en los diferentes momentos en que se encuentren, permitiendo llegar a la meta propuesta. Las líneas son:

-  Potencial Generación de Circularidad en la Etapa de Exploración.
-  Potencial Generación de Circularidad en la Etapa de Construcción y Montaje.
-  Potencial Generación de Circularidad en la Etapa de Explotación.
-  Potencial Generación de Circularidad en la Etapa de Cierre y Post Cierre.
-  Desarrollo de Modelos de Negocio Circular y Seguimiento y Monitoreo.

En el contexto nacional, las bases del Plan Nacional de Desarrollo, Ley 2294 de 2023 “POR EL CUAL SE EXPIDE EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2022-2026 “COLOMBIA POTENCIA MUNDIAL DE LA VIDA” establece como uno de los pilares del eje 4. Transformación productiva, internacionalización y acción climática, “Diversificar la economía a través de la reindustrialización. Incluye el cierre de brechas tecnológicas, el impulso a los encadenamientos productivos para la integración regional y global, y el fortalecimiento de las capacidades humanas y de los empleos de calidad. Además, con actividades económicas que promuevan el uso sostenible de la biodiversidad, incorporando criterios de economía circular y que sean intensivas en conocimiento e innovación


Enlaces relacionados:

Principios Orientadores ICMM
<https://youtu.be/MFad7yzTpcc>

Documento de Principios Mineros ICMM.
Economía Circular en la Minería.
<https://youtu.be/-BDSotQrYKI>

Documento
Mining and metals and the circular economy, International Council on Mining & Metals (ICMM). 2022
<https://mining.ca/towards-sustainable-mining/>

<https://coppermark.org/about/mission-and-vision/>

 **Aspecto No. 2 a reglamentar:** En las áreas en que se realicen actividades de explotación minera autorizada bajo la prerrogativa para procesos de formalización o títulos mineros en fase de explotación otorgados para la explotación de metales preciosos (oro, plata, platino), piedras preciosas y semipreciosas, materiales de construcción y demás minerales susceptibles de ser reprocesados, que cuenten con instrumento ambiental, podrán entregar a terceros los residuos, estériles y colas resultado de la extracción del mineral, con el fin de ser aprovechados por empresas, asociaciones o agremiaciones que tengan experiencia en labores mineras. Estos materiales se entregan mediante un documento privado.

A continuación, se presenta un esquema general de lo definido en el numeral 1 del artículo 12 de la Ley 2250 de 2022:



Actividades en áreas con título o contrato de concesión y L.A o PMA

Que realicen la explotación de metales preciosos (oro, plata, platino), piedras preciosas y semipreciosas, materiales de construcción y demás minerales susceptibles de ser reprocessados



Que no cuenten con la capacidad técnica para aprovechar o reincorporar al ciclo los residuos, estériles o colas mineras



Entrega mediante documento privado

Terceros con experiencia en labores mineras o gestores autorizados de RESPEL

- Residuos: Residuos sólidos y RESPEL
- Estériles.
- Colas o relaves: Material inerte y RESPEL



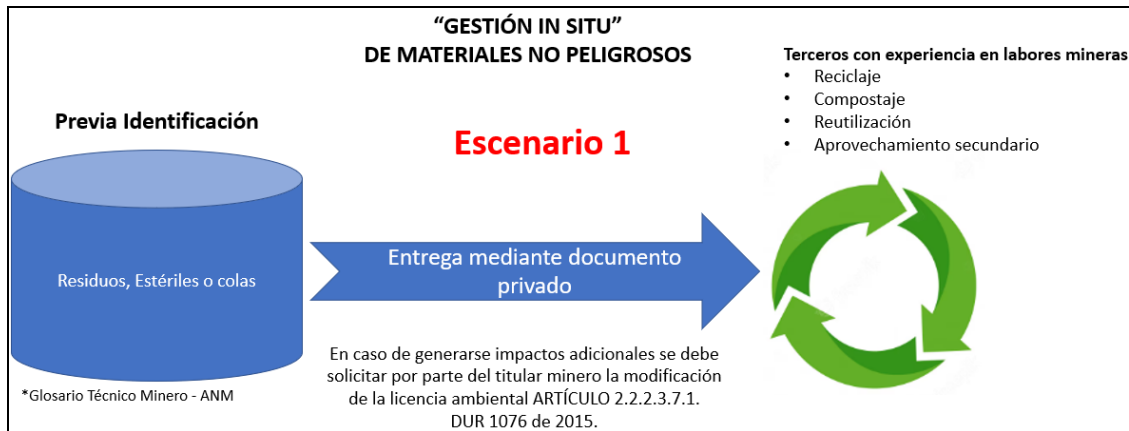
**Seguimiento de la Autoridad Ambiental en el marco de sus competencias
Fiscalización por parte de la Autoridad Minera.**

Fuente: Autor

Para lo definido en el numeral 1 del artículo 12 se han conceptualizado 4 escenarios con base en dos modelos de gestión, in situ y ex situ y según su peligrosidad, los cuales se describen a continuación:



Descripción del escenario No. 1:



Fuente: Autor

Este escenario se enfoca en la gestión de materiales (residuos, estériles y colas) al interior del predio del titular minero de acuerdo con los diferentes tipos que pueden generarse en el desarrollo de una actividad de explotación de minerales y con base en las definiciones del Glosario Técnico Minero de la Agencia Nacional de Minería – ANM. Si la gestión de estos materiales contempla la generación de impactos ambientales adicionales a los ya identificados en la licencia ambiental, se

deberá solicitar por parte del titular minero la modificación de la licencia ambiental de acuerdo con el artículo 2.2.2.3.7.1 del Decreto 1076 de 2015.



Descripción del escenario No. 2:



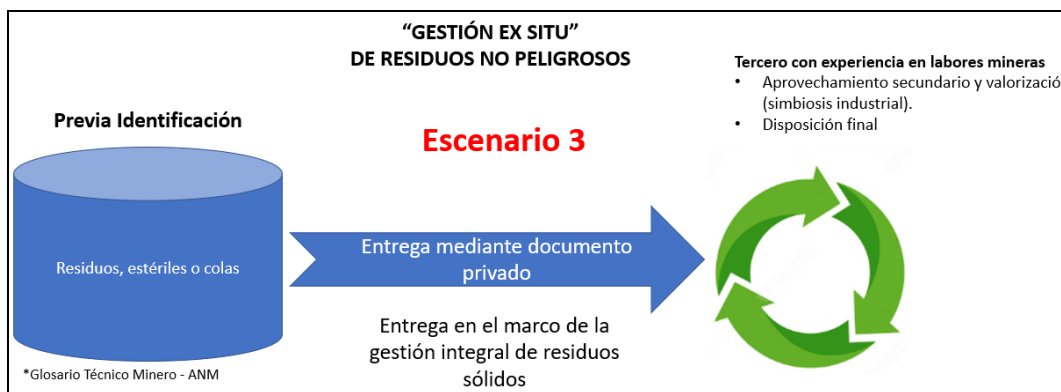
Fuente: Autor

Esta gestión puede ser realizada por un tercero interesado en el área del titular minero, mediante el uso de maquinaria y equipos específicos. Para esto, el titular minero deberá informar a la respectiva autoridad ambiental competente solicitando del desarrollo de esta actividad y solicitar la modificación del respectivo instrumento de manejo ambiental (Plan de Manejo Ambiental). Al realizar solicitar esta modificación deberá establecer las medidas de manejo para prevenir, corregir, mitigar y compensar los respectivos impactos ambientales que puedan derivarse de la actividad. Así mismo deberá modificarse el plan de contingencia. Los residuos resultantes de este proceso podrán aprovecharse o llevarse a disposición final.

La Autoridad Ambiental competente deberá realizar el seguimiento a esta actividad y en caso de presentarse alguna afectación, iniciar el proceso sancionatorio correspondiente.



Descripción del escenario No. 3:



Fuente: Autor

Este escenario se enfoca en la gestión de residuos sólidos (residuos, estériles y colas) de acuerdo con los tipos que pueden generarse en el desarrollo de una actividad minera y con base en las definiciones del Glosario Técnico Minero de la Agencia Nacional de Minería – ANM. Se consideran residuos porque son gestionados fuera de la actividad. La gestión integral de este tipo de residuos se fundamenta en la definición del Decreto 1077 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.":

Gestión integral de residuos sólidos: Es el conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercial y su valorización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables.

En este escenario se realiza la gestión de residuos de material estéril por parte de un actor externo a la actividad minera. Estos residuos pueden contener elementos que no son de interés para la actividad principal pero que puede ser de valor económico o interés de otra actividad, ya sea para su beneficio o transformación, para la producción de otro mineral (ejemplo Clinker) o como material de relleno.

Como se relacionó con anterioridad en el presente documento, la Comisión Europea elaboró en el año 2009 el Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles para **Manejo de Relaves y estériles en Actividades Mineras** en el cual se destacan algunos ejemplos de los temas más importantes en el manejo de desechos de roca o material estéril de mina:

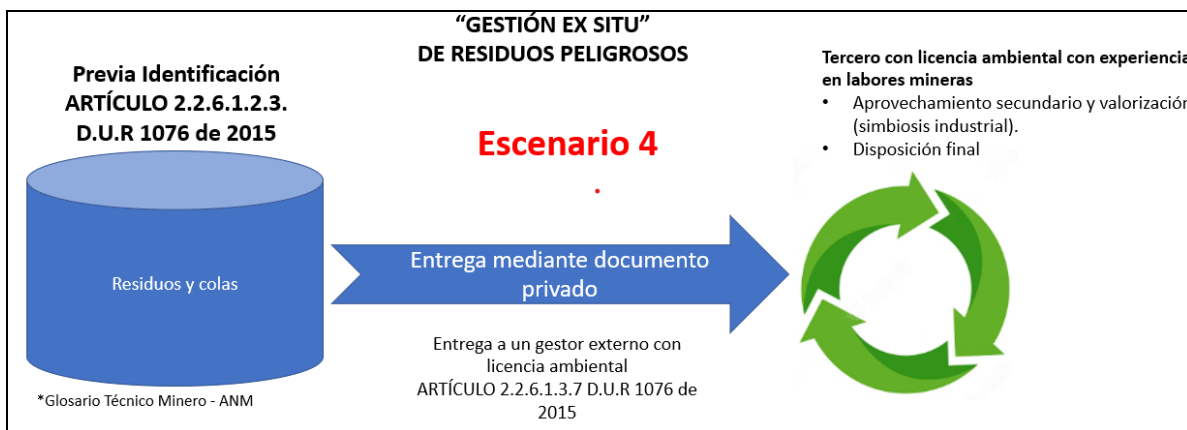
<p style="text-align: center;">Manejo de Estériles en Actividades Mineras</p>	<p style="text-align: center;">Mejores Técnicas Disponibles – MDT's</p>
	<p>En operaciones subterráneas, la roca estéril generalmente permanece bajo tierra como en el caso de los relaves, los desechos de roca en las operaciones de metales base a veces tienen un potencial de drenaje ácido (Acid Rock Drainage – ARD). Algunas operaciones manejan roca estéril ARD y no ARD por separado. La roca estéril que no genera ARD se usa como agregado, se usa para la construcción de represas o caminos en el sitio o se maneja en montones. Al momento del cierre, los montones de roca estéril que generan ARD se cubren con cubiertas secas diseñadas para prevenir la generación de ARD.</p>
	<p>La roca estéril de una operación de hierro se maneja en montones con los relaves gruesos</p>
	<p>Los desechos de roca de las operaciones de oro se manejan en montones, se usan para la construcción de represas o se rellenan en el tajo abierto.</p>
	<p>Algunas operaciones de minerales industriales rellenan la roca estéril o la venden como agregado</p>

En muchas operaciones de carbón, la roca estéril se maneja en montones con los relaves finos filtrados. El diseño final de la pila se acuerda con las autoridades y las comunidades con el objetivo de crear estructuras integradas al paisaje.

En este contexto, la gestión externa de residuos de material estéril puede realizarse por parte de un externo sin necesidad autorización o trámite de licencia ambiental ante la autoridad ambiental respectiva.

En este escenario también, previa caracterización química de las colas mineras, no se requiere de trámites adicionales ante la autoridad ambiental competente para el aprovechamiento y valorización. Este tipo de residuos puede ser usados como material de relleno, como material de rodadura en vías terciarias y/o como materia prima para otros procesos dependiendo de su composición y características, entre otras aplicaciones. Este material puede ser entregado mediante documento privado a un tercero con experiencia en labores mineras, a los entes territoriales o al representante legal de una empresa debidamente constituida que pueda aprovecharlo o valorizarlo.

∞ Descripción del escenario No. 4.



Fuente: Autor

Este escenario se enfoca en la gestión de residuos peligrosos (residuos y colas) por parte de un externo a la actividad minera, de acuerdo con los tipos de residuos que pueden generarse en el desarrollo de una actividad minera y con base en las definiciones del Glosario Técnico Minero de la Agencia Nacional de Minería – ANM. La gestión de este tipo de residuos tiene fundamento en lo establecido en convenios internacionales (Convenio de Basilea y Convenio de Minamata) y el Decreto 1076 de 2015 “Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”. Este tipo de residuos, previa caracterización, son susceptibles de aprovechamiento y/o valorización; y si esto no es posible, de disposición final mediante un gestor externo autorizado con su respectiva licencia ambiental. La gestión integral de esta corriente de residuos se conceptualiza de la siguiente manera:

Gestión integral. Conjunto articulado e interrelacionado de acciones de política, normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo desde la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos o desechos peligrosos, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

Por definición, este tipo de residuos:

“Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.

Es aquel residuo o desecho que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas, puede causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos e indirectos, a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considerará residuo peligroso los empaques, envases y embalajes que estuvieron en contacto con ellos.

Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana y/o al ambiente”.

La identificación de la peligrosidad de este tipo de residuos puede realizarse de la siguiente manera de acuerdo con lo definido en el artículo 2.2.6.1.2.3 del Decreto 1076 de 2015:

- ∞ Con base en el conocimiento técnico sobre las características de los insumos y procesos asociados con el residuo generado, se puede identificar si el residuo posee una o varias de las características que le otorgarían la calidad de peligroso;
- ∞ A través de las listas de residuos o desechos peligrosos contenidas en el Anexo I y II del presente decreto;
- ∞ A través de la caracterización físico-química de los residuos o desechos generados.

En el marco de la gestión de RESPEL, el generador, en este caso el titular minero y titular de la licencia ambiental para la fase de explotación tiene una serie de obligaciones que están definidas en el artículo 2.2.6.1.3.1 del Decreto 1076 de 2015 y en términos generales debe:

	<p>a) Garantizar la gestión y manejo integral de los residuos o desechos peligrosos que genera;</p> <p>b) Elaborar un plan de gestión integral de los residuos o desechos peligrosos que genere tendencia a prevenir la generación y reducción en la fuente, así como, minimizar la cantidad y peligrosidad de los mismos. En este plan deberá igualmente documentarse el origen, cantidad, características de</p>
--	--

<p>OBLIGACIONES DEL GENERADOR DE RESPAL</p>	<p>peligrosidad y manejo que se dé a los residuos o desechos peligrosos. Este plan no requiere ser presentado a la autoridad ambiental, no obstante, lo anterior, deberá estar disponible para cuando esta realice actividades propias de control y seguimiento ambiental;</p> <ul style="list-style-type: none"> c) Identificar las características de peligrosidad de cada uno de los residuos o desechos peligrosos que genere, para lo cual podrá tomar como referencia el procedimiento establecido en Decreto 1076 de 2015 sin perjuicio de lo cual la autoridad ambiental podrá exigir en determinados casos la caracterización físico- química de los residuos o desechos si así lo estima conveniente o necesario; d) Garantizar que el envasado o empacado, embalado y etiquetado de sus residuos o desechos peligrosos se realice conforme a la normatividad vigente: e) Dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 1609 de 2002 o aquella norma que la modifique o sustituya, cuando remita residuos o desechos peligrosos para ser transportados. Igualmente, suministrar al transportista de los residuos o desechos peligrosos las respectivas Hojas de Seguridad; f) Registrarse ante la autoridad ambiental competente por una sola vez y mantener actualizada la información de su registro anualmente, de acuerdo con lo establecido en el presente Título. g) Capacitar al personal encargado de la gestión y el manejo de los residuos o desechos peligrosos en sus instalaciones, con el fin de divulgar el riesgo que estos residuos representan para la salud y el ambiente, además, brindar el equipo para el manejo de estos y la protección personal necesaria para ello; h) Contar con un plan de contingencia actualizado para atender cualquier accidente o eventualidad que se presente y contar con personal preparado para su implementación.
--	---

Es importante tener en cuenta que la normativa colombiana contempla que *“la mezcla de un residuo o desecho peligroso con uno que no lo es, les confiere a estas últimas características de peligrosidad y debe ser manejado como residuo o desecho peligroso”*.

Para la gestión de este tipo de residuos, el gestor de estos al realizar el almacenamiento, aprovechamiento y/o valorización (incluida la recuperación, el reciclaje o la regeneración), tratamiento y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos deberán, entre otros aspectos y de acuerdo con el artículo 2.2.6.1.3.7 del Decreto 1076 de 2015, *“Tramitar y obtener las licencias, permisos y autorizaciones de carácter ambiental a que haya lugar”*.

Un aspecto importante a tener en cuenta en el aprovechamiento secundario de colas (relaves) con contenido de mineral de oro, es la posible presencia de mercurio, este usado antes de su prohibición o como producto de su uso en la actualidad por parte de actividades que llevan a cabo la extracción ilícita de yacimiento minero. Debido a las ineficiencias en el procesamiento de minerales, muchos relaves de la MAPE contienen cantidades significativas de oro no recuperado. Ante esto, es práctica común reprocesarlos mediante cianuración para extraer el oro residual. Sin embargo, cuando los relaves aún contienen mercurio y se aplica cianuro sin haberlo eliminado primero, se desencadena una cadena de impactos ambientales y sanitarios significativos. Pure Earth señala que la cianuración

de los relaves contaminados con mercurio forma compuestos tóxicos de mercurio-cianuro, letales para la vida acuática, y que las soluciones convencionales para remover mercurio han resultado ineficaces o inaccesibles para los mineros artesanales³.

Al aplicar cianuro de sodio (NaCN) sobre un relave que contiene mercurio elemental (Hg⁰) o mercurio oxidado, se forman complejos de cianuro de mercurio [Hg(CN)₂ y otros]. Estos complejos presentan dos características altamente problemáticas:

- Son muy móviles en el medio ambiente: se disuelven con facilidad en agua y se dispersan rápidamente a través de suelos, aguas subterráneas y cursos superficiales, alcanzando ecosistemas distantes del sitio de origen.⁴
- Se transforman fácilmente en metilmercurio (CH₃Hg⁺), la forma más biodisponible y tóxica del mercurio, por acción de bacterias sulfato-reductoras presentes en sedimentos acuáticos.⁵
- El metilmercurio generado a partir de los complejos cianuro-mercurio ingresa a la cadena trófica acuática. Los organismos menores —fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados— lo absorben directamente del agua y los sedimentos; los peces lo bioacumulan en sus tejidos, y a medida que se avanza hacia depredadores superiores (y hacia el ser humano), las concentraciones se biomagnifican, pudiendo superar en 10.000 veces las concentraciones del agua.
- En Colombia, estudios han documentado concentraciones de metilmercurio en peces del departamento de Bolívar de 1,20 ± 0,06 µg Hg/g, más del doble del límite máximo de 0,5 µg Hg/g establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En el río Atrato, varias especies de peces también superaban ese límite.

En ese sentido, se requiere retirar el contenido de mercurio de los relaves contaminados por el uso de mercurio en el beneficio de oro. El documento denominado Reporte Tecnologías de Recuperación de Mercurio de Relave: "Promoviendo la recuperación y manejo responsable del mercurio en los relaves contaminados de minería de oro artesanal en Colombia". Pure Earth / Departamento de Estado EE.UU. / CNPMLTA / INNOVA Ambiental realiza una compilación de diferentes tecnologías usadas para la eliminación de mercurio en los relaves. Estos son los resultados:

#	Tecnología y descripción	Eficiencia en recuperación de Hg	Uso de cianuro	Consideraciones clave y lugar de prueba
1	Placas de cobre (Cu-Ag) Placas de cobre recubiertas con plata que capturan gotas	Hasta 95% 63 g/t Hg entrada → 3 g/t salida	Sí Cianuración posterior para recuperar Au	1. Bajo costo; fabricable localmente. 2. Aplicable in situ por mineros artesanales. 3. Gotas oxidadas reducen eficiencia; requiere

³ Pure Earth. (12 de septiembre de 2024). "Remediación de Relaves Contaminados por Mercurio en la Minería Artesanal". Pure Earth — Programa Global de Mercurio. <https://www.pureearth.org/remediacion-de-relaves-contaminados-por-mercurio-en-la-mineria-artesanal/>

⁴ Stylo, M., Davis, K. y Toda, E. (10 de enero de 2022). "Relatos de relaves que contienen mercurio". planetGOLD / Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) / Secretaría del Convenio de Minamata. <https://www.planetgold.org/es/tales-mercury-containing-tailings>

⁵ Rodríguez Pinilla, A. et al. (2019). Reporte Tecnologías de Recuperación de Mercurio de Relave: "Promoviendo la recuperación y manejo responsable del mercurio en los relaves contaminados de minería de oro artesanal en Colombia". Pure Earth / Departamento de Estado EE.UU. / CNPMLTA / INNOVA Ambiental. Taller técnico Medellín, mayo 2019.

#	Tecnología y descripción	Eficiencia en recuperación de Hg	Uso de cianuro	Consideraciones clave y lugar de prueba
	de Hg al circular el relave en cascada o zigzag. Requiere batería 12V y solución de nitrato de plata.		residual	agitación previa. 4. Hg líquido obtenido requiere estabilización. Lugar: Venezuela, Costa Rica, Brasil
2	Flotación de espuma Reactivos (NaOH, acetato de plomo) + columna de flotación para separar Hg, Au y Ag. pH 6, granulometría <75 µm, dilución pulpa 1:3.	16–75% (Hg) Au: 39–94% Ag: 79–95% (campo Cañas Gordas: 16–49%)	NO No reportado en el proceso	1. Alta eficiencia potencial; requiere pretratamiento. 2. Inversión en columna de flotación. 3. Costos no estimados al momento de publicación. 4. Recomendada para Antioquia y Chocó. Lugar: Cañas Gordas, Antioquia
3	Electrólisis (prototipo) Sistema electrocinético (ABETOs): potencial eléctrico entre electrodos de sacrificio para migrar y depositar metales. Lixiviación con tiosulfato. Consume ~1/10 de energía convencional.	No cuantificado para Hg Au: ~80% Hg: solo trazas detectadas (sin medición formal)	NO No usa cianuro	1. Solo probado a escala de laboratorio para Hg. 2. Alto gasto energético; 2–6 h por batch. 3. Variables críticas: pH neutro, tipo de electrodo. 4. En fase de investigación para aplicación en Hg. Lugar: Laboratorio (sin prueba en campo)
4	Carbón activado y electrodeposición Captura con carbón activado (2 h), desorción lenta (36 h) y electrodeposición por voltaje para precipitar Au y Hg. Capacidad: 15–20 ton/día.	No certificado para Hg Au: alta certeza. Hg: recuperado accidentalmente (no es objetivo principal)	Sí Cianuración incluida; soluciones difíciles de tratar	1. Adaptación a Hg viable pero pendiente de validación. 2. Desorción muy lenta (36 h). 3. Requiere definir potencial exacto para deposición de Hg. 4. Efluentes cianurados deben tratarse antes de descarga. Lugar: Yalí, Antioquia
5	Nanotecnología (nanocianuración) Lixiviación con cianuro catalizada por nanocatalizador (oxígeno activado). Reduce tiempo de 48 h a ~4 h por lote. Recuperación con carbón activado. Aguas residuales via biorremediación (Leucaena).	1–94% (alta variabilidad) Promedio ~300 g Hg/ton. Entrada: 3.173–18.442 ppm	Sí NaCN + cianuro de Hg (intermedio peligroso). Convenio Minamata recomienda evitar cianuración con Hg.	1. Catalizador exclusivo de Nanotecol; solo vía contrato. 2. Requiere licencia ambiental. 3. Proceso autosostenible, bajo uso de insumos. 4. Alta variabilidad en resultados. Lugar: Buritica, Antioquia (planta piloto)
6	Destilación al vacío Retorta con calor (200–500 °C) y vacío para volatilizar Hg, capturado en trampa criogénica. Lotes de 230 kg/h (~1.800 kg/día). Red eléctrica fija o plataforma móvil.	>95–99% Luminarias: ~95% Teórico relaves: 99% (no probado en relaves de Colombia)	NO No requiere cianuro ni reactivos adicionales	1. Alta eficiencia; no requiere personal especializado. 2. Patente INNOVA S.A.S — uso restringido. 3. Alto costo energético: 15 kW, 380 V. 4. No recupera Au simultáneamente; planta en Cali. Lugar: Cali — planta INNOVA (probada en

#	Tecnología y descripción	Eficiencia en recuperación de Hg	Uso de cianuro	Consideraciones clave y lugar de prueba
				luminarias; no en relaves colombianos)
7	<p>Quemadores inteligentes</p> <p>Tubos de acero enterrados que calientan el suelo por conductividad térmica (diésel) para evaporar contaminantes. Vapores capturados por orificios laterales. Profundidad: 1–20 m.</p>	<p>No cuantificado</p> <p>Suelo francés bajo límites legales (sin datos exactos de %Hg)</p>	<p>NO</p> <p>No usa cianuro</p>	<p>1. Tratamiento in situ — ideal zonas de difícil acceso.</p> <p>2. Muy alto costo en combustible; equipos importados (Bélgica).</p> <p>3. Emisiones significativas de CO₂.</p> <p>4. Temperatura daña raíces y fauna del suelo.</p> <p>Lugar: Francia (proyecto piloto). Propuesta: P.N. Farallones, Valle del Cauca</p>
8	<p>Proceso gravimétrico combinado (Coambiental)</p> <p>Recolección y transporte de lodos a planta; desleído, remolienda, concentración gravimétrica (atricionador, hidrociclón, centrifuga), separación por quelación y lixiviación.</p>	<p>65–67% (gravimetría)</p> <p>23–28% en proceso combinado gravimetría + lixiviación</p>	<p>SÍ</p> <p>Cianuración incluida; corrientes de salida pueden contener cianuro</p>	<p>1. Única tecnología operativa en Colombia.</p> <p>2. No operable in situ; requiere traslado a planta.</p> <p>3. Expertos sugieren ajustes menores de eficiencia.</p> <p>4. Requiere permisos de Corantioquia.</p> <p>Lugar: Buriticá y Yalí, Antioquia</p>
9	<p>Concentración gravimétrica mejorada (Raptor Mining)</p> <p>Molienda, separación centrífuga, concentración gravimétrica (espiral) y tratamiento térmico para obtener Hg metálico elemental. Capacidad: 2 ton/h. Portátil o permanente.</p>	<p>~97%</p> <p>Prueba con Hg añadido artificialmente. Sin evidencia en relaves reales de zonas mineras.</p>	<p>NO</p> <p>No requiere cianuro; proceso amigable con el ambiente</p>	<p>1. Requiere solo agua y electricidad.</p> <p>2. Patente Raptor Mining — solo implementable vía empresa.</p> <p>3. Costo permanente: ~USD 5 millones.</p> <p>4. Sin estabilización/disposición final del Hg recuperado.</p> <p>Lugar: Honduras (Raptor Mining). No probada en Colombia</p>

Con base en la evidencia anterior, se puede usar cianuro en el beneficio de relaves que hayan sido contaminados con mercurio si su presencia es ≤ 2 mg/kg de mercurio total.

Lo anterior se motiva en:

- Pure Earth demostró que residuales de 27–47 ppm (mg/kg) tras remover el 85% del mercurio aún eran insuficientes para cianurar con seguridad. Cualquier umbral por encima de 5 mg/kg quedaría sin respaldo técnico.
- 2 mg/kg está alineado con los niveles de referencia de calidad de suelo de la US EPA para mercurio inorgánico en suelos residenciales (~2 mg/kg), que son los más cautelosos entre los marcos internacionales comparables.
- Es un valor que obliga a una remoción real y verificable: dado que los relaves colombianos típicos tienen entre 5 y 400 mg/kg, alcanzar 2 mg/kg exige eficiencias de remoción del 96%

al 99,5%, es decir, solo las tecnologías más efectivas (destilación al vacío, placas Cu-Ag con recirculación múltiple) podrían lograrlo, lo cual es consistente con el espíritu del Convenio de Minamata.

- Es un número redondo, citado en marcos regulatorios existentes (US EPA, Países Bajos) lo que facilita su defensa técnica si es cuestionado.

En ese sentido, en tanto se establece un valor regulatorio de concentración de mercurio en las colas (relaves), cuando se evidencie la presencia de mercurio en colas o relaves mineros mediante espectrometría de absorción atómica con vapor frío, descomposición térmica directa, espectrometría de fluorescencia atómica con vapor frío, espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo, u otra técnica analítica equivalente el mercurio deberá ser removido y gestionado adecuadamente antes de aplicar cianuro para la extracción del oro contenido en dichas colas o relaves.

El uso de cianuro solo será admisible cuando se acredite, mediante análisis de mercurio total realizados por laboratorio acreditado ante el IDEAM antes y después del proceso de remoción, que se ha removido como mínimo el 75% de la concentración inicial de mercurio total presente en las colas o relaves.

Ahora bien, respecto a la reglamentación del numeral 2 del artículo 12 de la Ley 2250 de 2022 es importante conceptualizar que la connotación del pasivo ambiental está determinada por su definición, conforme al artículo 2 de la Ley 2327 del 2023:

ARTÍCULO 2. Definición. Entiéndase por Pasivo Ambiental las afectaciones ambientales originadas por actividades antrópicas directa o indirectamente por la mano del hombre, autorizadas o no, acumulativas o no, susceptibles de ser medibles, ubicables y delimitables geográficamente, que generan un nivel de riesgo no aceptable a la vida, la salud humana o el ambiente, de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Salud, y para cuyo control no hay un instrumento ambiental o sectorial.

Por lo cual técnicamente las áreas afectadas ambientalmente son las que generarían un nivel de riesgo NO aceptable a la vida, la salud humana o al ambiente, no obstante esta connotación estará dada por la regulación respectiva de la Ley 2327 del 2023.

En general los términos comunes y por definir son: recuperación, restauración, reconfiguración y rehabilitación.

Del DUR Sector Ambiental 1076/2015, capítulo 3 - inversión forzosa de no menos del 1% - sección 1, se establecen las siguientes definiciones en el artículo 2.2.9.3.1.2.:

- i. Recuperación: son las acciones de restauración que están orientadas a recuperar algunos servicios eco sistémicos. Generalmente los ecosistemas resultantes no son auto-sostenibles y no se parecen al sistema pre-disturbio.

j. Rehabilitación: son las acciones de restauración que están orientadas a llevar el sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio, éste debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos

k. Restauración: son las acciones orientadas a restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad, que haya sido alterada o degradada. Estas acciones pueden ser: restauración ecológica y rehabilitación ecológica.

l. Restauración Ecológica: son las acciones de restauración que están orientadas a restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema pre- disturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema resultante debe ser un sistema auto-sostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general así como de la mayoría de sus bienes y servicios.

De acuerdo con las anteriores definiciones, la restauración incluye la recuperación y rehabilitación, lo cual se confirma con el enunciado en el Artículo 2.2.2.1.4.2 Definición de los usos y actividades permitidas, en la sección de Zonificación y usos permitidos:

b) Usos de restauración: Comprenden todas las actividades de recuperación y rehabilitación de ecosistemas; manejo, repoblación, reintroducción o trasplante de especies y enriquecimiento y manejo de hábitats, dirigidas a recuperar los atributos de la biodiversidad.

Es conveniente considerar entonces que el Artículo 2.2.2.1.1.2. Definiciones, determinadas en el marco del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, se plantea:

e) Restauración: Restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad, que hayan sido alterados o degradados.

En resumen, la restauración incluye los conceptos de recuperación y rehabilitación y su objeto es restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad alterada o degradada, esto se puede realizar por medio de una recuperación y una rehabilitación, las cuales no son excluyentes y pueden realizarse de manera unitaria, conjunta o consecutiva bajo cada situación particular.

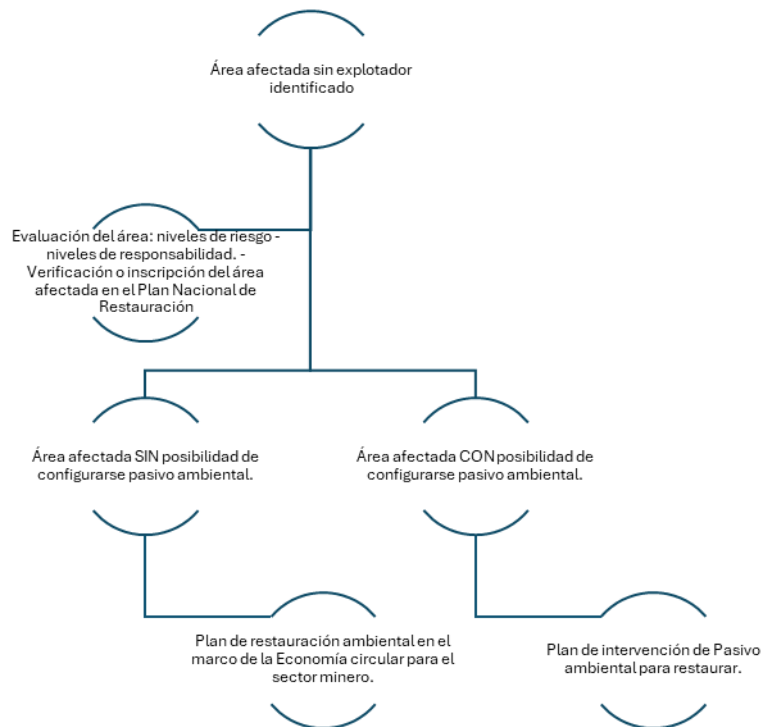
Entonces la recuperación se orienta a recuperar algunos servicios ecosistémicos, los cuales no necesariamente son auto sostenibles o no son se parecen al sistema pre-disturbio, a su vez la rehabilitación se orienta a llevar el área afectada a un sistema similar o no pero debe ser autosostenible preservando algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos, en general la rehabilitación buscará entonces mejorar las condiciones funcionales de un ecosistema para alcanzar los objetivos deseados, en este sentido puede comprenderse entonces la reconformación como parte de una rehabilitación, entendiendo la reconformación como volver a conformar una estructura, es preciso señalar que el término se ha acuñado en obras civiles viales, sin embargo existe una relación directa con la restauración geomorfológica que al respecto resulta conveniente establecer como el proceso de diseñar y construir formas del terreno que replican la morfología y dinámica natural del relieve original transformado, afectado o alterado, esto obtenido del desarrollo que la Universidad Complutense de Madrid.

RESTAURACIÓN: restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad alterada o degradada

RECUPERACIÓN: se orienta a recuperar algunos servicios ecosistémicos, los cuales no necesariamente son auto sostenibles o no son se parecen al sistema pre-disturbio

REHABILITACIÓN: se orienta a llevar el área afectada a un sistema similar o no pero debe ser autosostenible preservando algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos, en general la rehabilitación buscará entonces mejorar las condiciones funcionales de un ecosistema para alcanzar los objetivos deseados. Se incluye la **RECONFORMACIÓN / RESTAURACIÓN GEOMORFOLÓGICA:** proceso de diseñar y construir formas del terreno que replican la morfología y dinámica natural del relieve original trasformado, afectado o alterado.

El proceso



Artículos del DUR 1076 del 2015.

TÍTULO 2. / GESTION AMBIENTAL / CAPÍTULO I. / ÁREAS DE MANEJO ESPECIAL / SECCIÓN 1 / SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS / DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 2.2.2.1.1.2. Definiciones. Para efectos del presente capítulo se adoptan las siguientes definiciones:

a) **Área protegida:** Área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.

b) **Diversidad biológica:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

c) **Conservación:** Es la conservación in situ de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en su entorno natural y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas. La conservación in situ hace referencia a la preservación, restauración, uso sostenible y conocimiento de la biodiversidad.

d) **Preservación:** Mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad, conforme su dinámica natural y evitando al máximo la intervención humana y sus efectos.

e) **Restauración:** Restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad, que hayan sido alterados o degradados.

f) **Uso sostenible:** Utilizar los componentes de la biodiversidad de un modo y a un ritmo que no ocasione su disminución o degradación a largo plazo alterando los atributos básicos de composición, estructura y función, con lo cual se mantienen las posibilidades de esta de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras.

g) **Conocimiento:** Son los saberes, innovaciones y prácticas científicas, técnicas, tradicionales o cualquier otra de sus formas, relacionados con la conservación de la biodiversidad.

h) Nivel de la biodiversidad que hace referencia a segmentos de ADN en un cromosoma que codifica proteínas específicas y transmite las características hereditarias.

i) **Población:** Nivel de la biodiversidad que hace referencia a un grupo de individuos de una especie que se entrecruzan y producen población fértil.

- j) **Especie:** Nivel de la biodiversidad que hace referencia al conjunto de poblaciones cuyos individuos se entrecruzan actual o potencialmente dando origen a descendencia fértil y que están reproductivamente aislados de otros grupos.
- k) **Comunidad:** Nivel de la biodiversidad que hace referencia a un conjunto de diversas especies que habitan en una localidad particular, incluyendo sus complejas interacciones bióticas
- l) **Ecosistema:** Nivel de la biodiversidad que hace referencia a un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.
- m) **Paisaje:** Nivel de la biodiversidad que expresa la interacción de los factores formadores (biofísicos y antropogénicos) de un territorio.
- n) **Composición:** Atributo de la biodiversidad que hace referencia a los componentes físicos y bióticos de los sistemas biológicos en sus distintos niveles de organización.
- o) **Estructura:** Atributo de la biodiversidad que hace referencia a la disposición u ordenamiento físico de los componentes de cada nivel de organización.
- p) **Función:** Atributo de la biodiversidad que hace referencia a la variedad de procesos e interacciones que ocurren entre sus componentes biológicos.
- q) **Categoría de manejo:** Unidad de clasificación o denominación genérica que se asigna a las áreas protegidas teniendo en cuenta sus características específicas, con el fin de lograr objetivos específicos de conservación bajo unas mismas directrices de manejo, restricciones y usos permitidos.

SECCIÓN 4. / ZONIFICACIÓN Y USOS PERMITIDOS

ARTÍCULO 2.2.2.1.4.2. Definición de los usos y actividades permitidas. De acuerdo a la destinación prevista para cada categoría de manejo, los usos y las consecuentes actividades permitidas, deben regularse para cada área protegida en el Plan de Manejo y ceñirse a las siguientes definiciones:

- a) Usos de preservación: Comprenden todas aquellas actividades de protección, regulación, ordenamiento y control y vigilancia, dirigidas al mantenimiento de los atributos, composición, estructura y función de la biodiversidad, evitando al máximo la intervención humana y sus efectos.
- b) Usos de restauración: Comprenden todas las actividades de recuperación y rehabilitación de ecosistemas; manejo, repoblación, reintroducción o trasplante de especies y enriquecimiento y manejo de hábitats, dirigidas a recuperar los atributos de la biodiversidad.
- c) Usos de Conocimiento: Comprenden todas las actividades de investigación, monitoreo o educación ambiental que aumentan la información, el conocimiento, el intercambio de saberes, la sensibilidad y conciencia frente a temas ambientales y la comprensión de los valores y funciones naturales, sociales y culturales de la biodiversidad.

d) De uso sostenible: Comprenden todas las actividades de producción, extracción, construcción, adecuación o mantenimiento de infraestructura, relacionadas con el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, así como las actividades agrícolas, ganaderas, mineras, forestales, industriales y los proyectos de desarrollo y habitacionales no nucleadas con restricciones en la densidad de ocupación y construcción siempre y cuando no alteren los atributos de la biodiversidad previstos para cada categoría.

e) Usos de disfrute: Comprenden todas las actividades de recreación y ecoturismo, incluyendo la construcción, adecuación o mantenimiento de la infraestructura necesaria para su desarrollo, que no alteren los atributos de la biodiversidad previstos para cada categoría.

PARÁGRAFO 1. Los usos y actividades permitidas en las distintas áreas protegidas que integran el SINAP se podrán realizar siempre y cuando no alteren la estructura, composición y función de la biodiversidad característicos de cada categoría y no contradigan sus objetivos de conservación.

PARÁGRAFO 2. En las distintas áreas protegidas que integran el Sinap se prohíben todos los usos y actividades que no estén contemplados como permitidos para la respectiva categoría.

(Decreto 2372 de 2010, Art. 35)

CAPÍTULO 3 / INVERSIÓN FORZOSA DE NO MENOS DEL 1% / SECCIÓN 1

ARTÍCULO 2.2.9.3.1.2. DEFINICIONES. Para la interpretación de las normas contenidas en el presente capítulo y en las regulaciones que en su desarrollo se dicten, se adoptan las siguientes definiciones:

a. Acuerdo de conservación: mecanismo de carácter voluntario entre el titular de una licencia ambiental y el propietario, ocupante, tenedor o poseedor de un predio en el que se pactan acciones de protección, recuperación, conservación y preservación del recurso hídrico, la biodiversidad y sus servicios eco sistémicos a cambio de una contraprestación en dinero o en especie.

b. Banco de hábitat: corresponde a un área en la que se podrán realizar actividades de preservación, restauración, rehabilitación, recuperación, y/o uso sostenible para la conservación de la biodiversidad.

c. Cuenca: es el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que a su vez, pueda desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.

d. Etapa de producción: Es la entrada en operación del proyecto (producción de bienes o servicios).

e. Inversión total del proyecto: Corresponde a la totalidad del capital invertido (activos fijos y costos en que se incurra para el desarrollo del proyecto licenciado) por el titular del proyecto en las etapas previas a la producción.

f. Preservación: conjunto de acciones orientadas al mantenimiento del estado natural de la biodiversidad y de los ecosistemas mediante la limitación de la intervención humana en ellos.

g. Protección, recuperación, conservación, preservación y vigilancia: es la gestión que propende por la conservación de la cuenca hídrica a través de acciones de preservación, restauración, implementación de proyectos de uso sostenible y/o monitoreo del recurso hídrico.

h. Proyectos de uso sostenible: son proyectos que incluyen actividades productivas, que a partir de la oferta natural del territorio generan bienes y servicios mercadeables y contribuyen a la conservación, restauración y uso sostenible de los ecosistemas y los agro-ecosistemas, a la generación de bienestar social y al fortalecimiento y diversificación de la economía regional y local de forma sostenible.

(Modificado por el Decreto 075 de 2017, Art 1)

i. Recuperación: son las acciones de restauración que están orientadas a recuperar algunos servicios eco sistémicos. Generalmente los ecosistemas resultantes no son auto-sostenibles y no se parecen al sistema pre-disturbio.

j. Rehabilitación: son las acciones de restauración que están orientadas a llevar el sistema degradado a un sistema similar o no al sistema predisturbio, éste debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos

k. Restauración: son las acciones orientadas a restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad, que haya sido alterada o degradada. Estas acciones pueden ser: restauración ecológica y rehabilitación ecológica.

l. Restauración Ecológica: son las acciones de restauración que están orientadas a restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema pre- disturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema resultante debe ser un sistema auto-sostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema en general así como de la mayoría de sus bienes y servicios.

Restauración geomorfológica

La Restauración Geomorfológica es el proceso de diseñar y construir formas del terreno que replican la morfología y dinámica de las naturales, allí donde el relieve original ha sido transformado –y por tanto los ecosistemas y el paisaje han sido severamente degradados-, normalmente por actividades humanas que “mueven tierras”, como minería, obra civil o urbanización. Las soluciones que se transfieren son siempre resultados de investigaciones *ad hoc*, y consiguen reproducir las condiciones topográficas, y de arquitectura de sustratos y suelos, que son estables para los escenarios objeto de intervención (restauraciones mineras, infraestructuras lineales de transporte, vertederos...). Todo ello sin utilizar ni estructuras de obra ni elementos artificiales (como bajantes, cunetas, diques, bulones, mallas...). Es decir, mediante el movimiento y/o remodelado exclusivo de tierras, estériles mineros, derrubios, materiales de excavación, inertes, suelos... Para reproducir

esas geformas es necesario encontrar un referente geomorfológico, también estable, desarrollado en condiciones ambientales similares al escenario que requiere la actuación.

La Restauración Geomorfológica proporciona soluciones ecológicas, integrales, duraderas y eficientes, a problemas y escenarios complejos, como impacto ambiental (y conflictividad social asociada) por movimiento de tierras en lugares con alto valor ecológico y paisajístico, o alta inestabilidad por erosión hídrica, movimientos en masa o acción de otros agentes geomorfológicos. Sus soluciones se integran en planes y proyectos de restauración en minería, infraestructuras y obra civil, paisajismo, o estudios de EIA de actividades que mueven tierras, entre otros. Y se complementan con validaciones o estimaciones utilizando modelos hidrológicos, de erosión y de evolución del paisaje. La Restauración Geomorfológica supera los tradicionales enfoques de rehabilitación o 'reclamación' y se sitúa en un contexto de verdadera restauración ecológica, pues permite sentar las bases para recuperar los procesos y la funcionalidad de los ecosistemas y los paisajes naturales.

3. Propuesta de Desarrollo Normativo

El sector de la minería se enfrenta a cambios estructurales fundamentales derivados de las megatendencias. Estos incluyen los rápidos avances tecnológicos y la creciente demanda de minerales y metales causados por las transiciones energética y digital, así como la creciente presión de inversionistas, sociedades civiles y consumidores a minar de manera más responsable y equitativa. Creciente conciencia de las contribuciones de la minería hacia una variedad de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), como el crecimiento económico, el empleo y los impactos en el desarrollo, también es un factor impulsor fuerza por una minería inclusiva, segura y responsable.



Fuente: Women and the Mine of the Future Global Report 2023, modificado por Autor.





Con base la contextualización anterior, se presenta la propuesta de articulado del Decreto que reglamenta el artículo 12 de la Ley 2250 de 2022 desde el punto de vista ambiental en lo relacionado

con la implementación de prácticas de economía circular en la minería y lo definido en el numeral 1 del citado artículo.

La motivación de adoptar los presentes elementos técnicos vía Decreto radica en la necesidad de establecer una base técnico – jurídica relacionada con la implementación de la economía circular en la minería y las mejores técnicas disponibles de acuerdo con las recomendaciones de la OCDE.

Objeto: “Por medio de la cual se reglamenta el artículo 12 de la Ley 2250 de 2022 respecto a la economía circular para el sector minero y se dictan otras disposiciones”

Se ha previsto el desarrollo normativo por capítulos, específicamente 4 los cuales se relacionan a continuación:

-  **Título I. Disposiciones generales**
-  **Título II. Aprovechamiento secundario de los residuos mineros**
-  **Título III. Restauración y Reconfiguración ambiental de áreas afectadas por la minería sin explotador identificado**
-  **Título IV. Disposiciones Finales**

A continuación, se realiza el desarrollo del respectivo articulado de cada capítulo:

Título	Artículo	Contenido
Título. Disposiciones generales	1. Objeto	El acto administrativo tiene por objeto reglamentar los permisos mineros, planes ambientales e instrumentos de seguimiento y control, así como las demás condiciones para el desarrollo de procesos de economía circular para el sector minero y su implementación en el marco del artículo 12 de la Ley 2250 de 2022.
	2. Artículo: Ámbito de aplicación	El acto administrativo aplica a los beneficiarios de áreas con prerrogativas bajo procesos de formalización y titulares mineros en la etapa de explotación con instrumento ambiental. Así como a las empresas, asociaciones o agremiaciones con experiencia en labores mineras y empresas especializadas en realizar la recuperación y restauración ambiental. Adicionalmente en el marco de sus competencias, aplicará al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, al Ministerio de Minas y Energía a la autoridad minera y autoridades ambientales. En todo caso, los beneficiarios de áreas con prerrogativas bajo procesos de formalización y titulares mineros que se encuentren desarrollando actividades de explotación, podrán disponer de sus

Título	Artículo	Contenido
	<p>3. Definiciones</p>	<p>residuos mineros en el marco de sus instrumentos técnico minero y ambiental aprobados por la autoridad competente, independiente de lo dispuesto en el presente acto administrativo.</p> <p>Para efectos de una correcta interpretación e implementación del contenido de la presente resolución, se tendrán en cuenta las definiciones establecidas a continuación:</p> <p>Aprovechamiento secundario de residuos mineros: El aprovechamiento secundario de minerales se refiere al beneficio, comercio, al procesamiento, reincorporación o adquisición de minerales o materiales que se obtienen como subproductos o residuos mineros generados por un título minero en etapa de explotación o un mecanismo de formalización con instrumento ambiental, con el fin de generar valor agregado.</p> <p>Certificado de laboratorio para el aprovechamiento secundario: documento expedido por un laboratorio certificado por la entidad competente, que contiene la caracterización mineralógica y composición fisicoquímica de los residuos mineros en títulos de metales y metales preciosos.</p> <p>Contrato de tercerización de residuos mineros: Documento privado entre el Titular minero, o mineros con prerrogativa bajo procesos de formalización y empresas, asociaciones o agremiaciones con experiencia en labores mineras, según aplique, en donde se especifican entre otros, las condiciones de entrega del material, volumen en periodos de tiempo, transporte, lugar de aprovechamiento de los residuos, estéril y colas resultado de la extracción de minerales y entrega de áreas ocupadas para este fin. Este documento se debe adjuntar como soporte para el trámite ante las autoridades minera y ambiental.</p> <p>Experiencia en labores mineras: se refiere a los conocimientos, capacidades, habilidades, destrezas relacionadas con actividades mineras como: trabajos de exploración, desarrollo y explotación de yacimientos minerales; el beneficio de minerales; transformación de minerales; manejo de maquinaria en minería; logística y transporte de minerales; tratamiento y disposición de residuos mineros; comercialización de minerales.</p> <p>Reporte de producción de aprovechamiento secundario de residuos mineros: formato adoptado por la autoridad minera a través del cual el tercero que</p>

Título	Artículo	Contenido
		<p>hace el aprovechamiento de residuos mineros presenta trimestralmente a la Agencia Nacional de Minería o quien haga sus veces, la cantidad de mineral que está siendo aprovechado. Este reporte, será soporte para el seguimiento al cumplimiento del pago de regalías.</p> <p>Regeneración: es el proceso que recupera las condiciones de estructura y funciones ecológicas originales de un ecosistema que fue degradado por las actividades humanas.</p> <p>Simbiosis Industrial: Es un modelo de colaboración entre empresas o asociaciones, que promueve la economía circular a través del intercambio beneficioso de materiales, energía, agua y subproductos, con el objetivo de maximizar ventajas competitivas, económicas, sociales y de sostenibilidad mejorando la eficiencia energética y el aprovechamiento de recursos naturales.</p> <p>TCLP (Toxicity Characteristics Leaching Procedure): Procedimiento de lixiviación característica de toxicidad diseñado para determinar la movilidad de analitos orgánicos e inorgánicos presentes en residuos líquidos, sólidos y multifásicos.</p> <p>Tercero interesado: Se entenderán como terceros interesados las empresas, asociaciones y agremiaciones nacionales o extranjeras que tengan experiencia en labores mineras, interesadas en el aprovechamiento de los residuos mineros obtenidos como resultado de la explotación autorizada de minerales; así como las empresas especializadas en temas de recuperación y restauración ambiental.</p>
	<p>4. Aplicación de las Mejores prácticas para la economía circular en la actividad minera.</p>	<p>Con la finalidad de promover la eficiencia en el uso de recursos en las diferentes etapas del ciclo minero y dinamizar la transición hacia una economía circular,, los titulares mineros en fase de explotación y los beneficiarios de áreas con prerrogativas bajo procesos de formalización que cuenten con instrumento ambiental implementarán, en la medida de sus capacidades económicas y técnicas, las mejores prácticas para la economía circular en la actividad minera, conforme con el marco legal vigente.</p> <p>Parágrafo: La autoridad minera y las autoridades ambientales competentes, en el marco de sus funciones, realizarán el fomento y la asistencia técnica para la implementación y el fortalecimiento de mejores prácticas y economía circular en el sector minero.</p>

Título	Artículo	Contenido
	<p>5. Investigación, desarrollo e innovación tecnológica.</p>	<p>Investigación, desarrollo e innovación tecnológica. Con el ánimo de fomentar la implementación de la economía circular en el sector, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Minas y Energía, la autoridad minera y las autoridades ambientales incluirán dentro de sus Políticas, Planes, Programas y Proyectos, líneas articuladas encaminadas al fortalecimiento de la innovación, investigación y desarrollo tecnológico para la dinamización de la economía circular en la actividad minera.</p>
<p>TITULO II Aprovechamiento secundario de los residuos mineros</p>	<p>6. Permiso minero para el aprovechamiento secundario:</p>	<p>Entiéndase como el permiso que otorga la autoridad minera a empresas, asociaciones o agremiaciones que tengan experiencia en labores mineras, para el aprovechamiento de los residuos mineros obtenidos a partir de la explotación autorizada de minerales bajo prerrogativas de formalización o de títulos mineros en fase de explotación, que cuenten con instrumento ambiental.</p>
	<p>7. Requisitos para el permiso minero de aprovechamiento secundario:</p>	<p>La autoridad minera en el marco de sus competencias y en coordinación con el Ministerio de Minas y Energía, definirá en el término de un (1) año contado a partir de la vigencia del presente acto administrativo, los términos, condiciones, formatos, procedimientos, instrumento de seguimiento y demás temas requeridos para el permiso minero de que trata el presente artículo; para lo anterior tendrá en cuenta como mínimo lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Los terceros interesados deberán contar con experiencia en labores mineras y capacidad técnica y económica para realizar el aprovechamiento II. Los terceros que lleven a cabo el aprovechamiento secundario deberán dar cumplimiento a la normatividad vigente en materia de seguridad minera y de seguridad y salud en el trabajo, según aplique. III. Los titulares mineros en fase de explotación y los beneficiarios de áreas con prerrogativas bajo procesos de formalización que cuenten con instrumento ambiental deberán radicar el contrato de tercerización de residuos mineros de acuerdo con lo dispuesto en el presente acto administrativo y los procedimientos y términos de referencia que expida la autoridad minera. IV. El permiso deberá contener de forma clara las obligaciones y responsabilidades de cara

Título	Artículo	Contenido
		<p>a la autoridad minera, incluida la declaración y pagos de regalías.</p> <p>V. Identificación de causales de terminación por incumplimiento y acciones necesarias para finalizar el permiso por vencimiento de término o por cualquier otra forma de terminación.</p> <p>VI. El documento de seguimiento deberá ser acorde con las actividades que se van a desarrollar, suministrar la base técnica requerida para el aprovechamiento secundario y las actividades necesarias para la terminación del permiso. Este documento debe ser refrendado por geólogo, ingeniero geólogo o ingeniero de minas.</p> <p>VII. Este permiso deberá ser diferencial, con términos expeditos tanto para la autoridad minera, como para los interesados en el aprovechamiento de residuos mineros.</p> <p>Parágrafo 1: El aprovechamiento secundario de residuos mineros por parte de un tercero en ningún caso implica la autorización para la exploración, construcción y montaje o explotación de minerales yacentes en el suelo o subsuelo.</p> <p>Parágrafo 2. El responsable del manejo de los residuos mineros antes de la obtención del permiso de que trata este artículo será el titular minero o los beneficiarios de áreas con prerrogativas bajo procesos de formalización que cuenten con instrumento ambiental.</p> <p>Parágrafo 3. La autoridad minera para dar cumplimiento a lo dispuesto en el numeral VII de este artículo, deberá generar en los términos de referencia un capítulo especial enfocado a las personas que venían realizando el aprovechamiento de residuos mineros de manera manual, incluyendo condiciones que les facilite entre otros, la validación de la experiencia en labores mineras, la asociatividad y la obtención del permiso minero de aprovechamiento secundario. Esta población contará igualmente con el acompañamiento del Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la autoridad minera y las autoridades ambientales para el mejoramiento de sus prácticas mineras y la sostenibilidad.</p>
	8. Actualización del	En caso de requerirse modificaciones en

Título	Artículo	Contenido
	instrumento técnico minero	infraestructura, maquinaria, procesos y equipos dentro de un área concesionada o bajo prerrogativas de explotación, para la realización de aprovechamiento de residuos mineros, la autoridad minera determinará la pertinencia de solicitar la actualización del instrumento técnico correspondiente.
	9. Identificación de la peligrosidad del residuo minero	<p>La identificación de las características que confieren a un residuo minero la calidad de peligroso debe realizarse de acuerdo con lo definido en el artículo 2.2.6.1.2.3 del Decreto 1076 de 2015, el que lo adicione, modifique o sustituya. A partir de la identificación, se establecerán las acciones a implementar para el aprovechamiento secundario y la disposición final.</p> <p>El procedimiento de referencia para el muestreo y análisis de laboratorio para determinar la peligrosidad del residuo minero es el establecido en el artículo 2.2.6.1.2.4 del Decreto 1076 de 2015, y la resolución IDEAM 0063 de 2024 “Por la cual se adoptan los métodos de muestreo y ensayo para determinar las características de peligrosidad en los residuos, se establecen otras disposiciones, y se deroga la Resolución No. 0062 del 2007 del 30 marzo de 2007” o las normas que las adicione, modifiquen o sustituyan.</p>
	10. Escenarios de aprovechamiento secundario de residuos mineros:	<p>Para el aprovechamiento secundario de residuos mineros, previa caracterización físico – química, se tendrán en cuenta los siguientes escenarios de gestión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento dentro del área autorizada por el instrumento ambiental aplicable para el título minero o para la prerrogativa del proceso de formalización. • Aprovechamiento fuera del área autorizada por el instrumento ambiental aplicable para el título minero o para la prerrogativa del proceso de formalización.
	11. Condiciones ambientales para el aprovechamiento de residuos mineros dentro del área autorizada por el instrumento ambiental aplicable para el título minero o para la prerrogativa del	<p>El titular minero podrá tercerizar el aprovechamiento secundario de residuos mineros dentro del área autorizada en el instrumento ambiental aplicable. Si en el marco de las actividades a desarrollar se incurre en algunas de las causales de modificación de la licencia ambiental establecidas en el artículo 2.2.2.3.7.1 del Decreto 1076 de 2015 o la norma que las modifique, adicione y sustituya, el titular de la licencia deberá realizar los trámites correspondientes ante la autoridad ambiental</p>

Título	Artículo	Contenido
	<p>proceso de formalización.</p>	<p>competente.</p> <p>Para el caso de aquellas actividades mineras que cuenten con plan de manejo ambiental se aplicarán las mismas reglas generales establecidas para las licencias ambientales como lo establece el artículo 2.2.2.3.8.9. del Decreto 1076 de 2015. Cuando en el plan de manejo ambiental se pretendan incluir nuevas áreas para el desarrollo de actividades relacionadas con el proyecto que hayan sido aprobadas en el documento técnico minero y estas actividades se encuentren listadas en los artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 del precitado decreto, el titular del plan de manejo ambiental deberá tramitar la correspondiente licencia ambiental.</p> <p>Los residuos finales resultantes del aprovechamiento, deberán ir a disposición final en las áreas autorizadas para tal fin, dando cumplimiento a la normativa ambiental y minera que aplique.</p>
	<p>12. Condiciones ambientales para el aprovechamiento de residuos mineros no peligrosos fuera del área autorizada por el instrumento ambiental aplicable para el título minero o para la prerrogativa del proceso de formalización.</p>	<p>Los residuos mineros podrán ser entregados a terceros con experiencia y competencias en labores mineras que cuente con el permiso otorgado por la autoridad minera competente, tercero que responderá por la gestión de estos y las infracciones ambientales que puedan presentarse hasta su disposición final.</p> <p>El tercero estará obligado a realizar el aprovechamiento de los residuos mineros en sitios acondicionados para tal fin, realizando los trámites respectivos ante las autoridades competentes para el desarrollo de esta actividad dando cumplimiento a los mínimos establecidos en el anexo 1 de la presente resolución para su ubicación, operación y registro.</p> <p>Si la actividad de aprovechamiento por terceros contempla el uso de plantas de beneficio de mineral de oro se deberá dar cumplimiento a los definido en la resolución 0751 de 2017 "Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental – EIA, para las nuevas plantas de beneficio de oro por fuera de los títulos mineros y la reubicación de las existentes", la que la adicione, modifique o sustituya y realizar los trámites respectivos ante la autoridad ambiental competente.</p> <p>Parágrafo. El beneficiario del permiso minero deberá reportar semestralmente ante la autoridad ambiental la información del Anexo 2 para dar cuenta de las actividades de aprovechamiento secundario y facilitar</p>

Título	Artículo	Contenido
	<p>13. Condiciones ambientales para el aprovechamiento de residuos mineros con características de peligrosidad fuera del área autorizada por el instrumento ambiental aplicable para el título minero o para la prerrogativa del proceso de formalización y su reporte.</p>	<p>el seguimiento y control al desarrollo de la actividad.</p> <p>Las siguientes son las condiciones ambientales para el aprovechamiento y gestión de residuos mineros con características de peligrosidad, así como para el respectivo reporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Este tipo de residuos son susceptibles de aprovechamiento y/o valorización mediante un gestor externo autorizado con su respectiva licencia ambiental. • Para la gestión de estos se deberá dar cumplimiento a lo establecido en los artículos 2.2.6.1.3.1 y 2.2.6.1.3.7 del Decreto 1076 de 2015 el que lo adicione, modifique o sustituya. • Los generadores de residuos o desechos peligrosos y los gestores de estos están obligados a inscribirse en el Registro Único Ambiental - RUA de acuerdo con el artículo 7 de la Resolución 839 de 2023 "Por la cual se sustituye la Resolución número 0941 de 2009 en lo relacionado con el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR) y el Registro Único Ambiental (RUA), se adoptan el Protocolo para el monitoreo y seguimiento del SIUR para los sectores productivos y el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y se toman otras determinaciones la que la adicione, modifique o sustituya". • Los titulares mineros en fase de explotación y los beneficiarios de áreas con prerrogativas bajo procesos de formalización que cuenten con instrumento ambiental deberán reportar los residuos peligrosos generados por corriente de aprovechamiento. El gestor externo autorizado, es decir, el beneficiario del permiso de aprovechamiento secundario deberá certificar el aprovechamiento de esas corrientes.
	<p>14. Requisitos ambientales mínimos para la ubicación y operación de los sitios de aprovechamiento secundario de residuos mineros operados por terceros</p>	<p>Para la ubicación y operación de sitios para el aprovechamiento secundario de residuos mineros se deberá dar cumplimiento a las especificaciones técnicas descritas en el Anexo 1 de la presente resolución. Si alguno de los requerimientos relacionados en el Anexo 1 no aplican para el desarrollo de la actividad de aprovechamiento por parte de terceros se deberá informar a la autoridad</p>

Título	Artículo	Contenido
	fuera del área del título minero o de la prerrogativa del proceso de formalización:	ambiental competente de esta situación anexando los respectivos soportes y su justificación técnica.
	15. Requisitos para el certificado de registro y operación ante la autoridad ambiental:	<p>Los beneficiarios del permiso de aprovechamiento secundario de residuos mineros que deseen operar en sitios fuera del área autorizada por el instrumento ambiental aplicable para el título minero o de la prerrogativa del proceso de formalización deberán obtener un certificado de registro que los acredite para realizar la operación correspondiente el cual deberán solicitar ante la autoridad ambiental competente. Dicha certificación será emitida mediante acto administrativo motivado previa revisión de la documentación requerida y de visita de campo.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La documentación requerida para el registro será la siguiente la cual deberá ser suscrita por el representante Legal de la agremiación, asociación o empresa, y contendrá: 2. 3. Fotocopia del RUT. 4. Certificado de Existencia y Representación Legal de la persona jurídica 5. Cuando se intervenga por medio de apoderado judicial, se deberá allegar el poder debidamente otorgado. 6. Certificado de tradición y libertad del bien inmueble, no superior a tres (3) meses de expedido. Cuando el solicitante sea el tenedor del inmueble, deberá allegar la respectiva autorización del propietario. 7. Registro Único de Comercialización de Minerales a nombre de la persona jurídica que solicita la inscripción. 8. Certificado de uso del suelo cuyo uso principal sea compatible con actividad minera o industrial expedido por autoridad competente, no superior a tres (3) meses. 9. Resolución proferida por la autoridad competente mediante la cual se otorgue concesión de agua, permiso de vertimientos, concesión reúso de agua, autorización de aprovechamiento forestal, permiso de emisiones atmosféricas, permiso de ocupación de cauce. De no ser necesario alguno de estos permisos deberá justificarse técnicamente. 10. Planos donde se describa la localización de

Título	Artículo	Contenido
		<p>las instalaciones y el diagrama de procesos.</p> <p>11. Formato de autoliquidación de los servicios de seguimiento</p> <p>Parágrafo 1. Los requisitos anteriormente mencionados deberán ajustarse de acuerdo con la normativa que para el efecto se expida.</p> <p>Parágrafo 2. El certificado de que trata este artículo se expedirá por una única vez y tendrá validez durante toda la vigencia del permiso de aprovechamiento secundario, excepto en los casos en los cuales existan variaciones en el proceso o cambio de ubicación de las instalaciones. En ese caso se requiere realizar expedir el trámite certificado nuevamente</p> <p>16. Procedimiento para el certificado de registro y operación:</p> <p>Artículo 16. Una vez radicada la documentación requerida para el registro y operación de los sitios para el aprovechamiento secundario de residuos mineros fuera del área autorizada por el instrumento ambiental aplicable para el título minero o de la prerrogativa del proceso de formalización, la autoridad ambiental revisará la documentación requerida e iniciará la expedición del Auto de inicio de trámite. De hacerse necesaria información adicional o la aclaración de la información aportada, se realizará el requerimiento al solicitante quien contará con un (1) mes para allegar la información correspondiente, prorrogables por el mismo término, a solicitud de parte, previo vencimiento del término establecido. Vencido este término sin recibir la información solicitada, se declarará el desistimiento tácito del que trata el artículo 17 de la Ley 1755 de 2015 o aquella que la modifique o adicione.</p> <p>Una vez completada la información necesaria, se programará una visita de verificación. Posterior a la visita, y de ser necesario, se podrá solicitar al interesado allegar o aclarar información, para lo cual se contará con un (1) mes para allegar la información correspondiente, prorrogables por el mismo término, a solicitud de parte, previo vencimiento del término establecido. Vencido este término sin recibir la información solicitada, se declarará el desistimiento tácito del que trata el artículo 17 de la Ley 1755 de 2015 o aquella que la modifique o adicione.</p> <p>Surtido el procedimiento se expedirá un acto administrativo por parte de la autoridad ambiental competente que acoja el concepto técnico de la visita y apruebe, niegue o archive el registro de las</p>

Título	Artículo	Contenido
		<p>instalaciones de aprovechamiento de residuos mineros.</p> <p>17. Costos de registro y seguimiento:</p> <p>Los costos del registro o por servicios de seguimiento a las instalaciones de aprovechamiento de residuos mineros fuera del área autorizada por el instrumento ambiental aplicable para el título minero o de la prerrogativa del proceso de formalización serán establecidos mediante resolución por parte de las autoridades ambientales competentes, en el marco de la aplicación de la ley 633 de 2001 o la norma que la adicione, modifique o sustituya.</p>
<p>TITULO III Restauración y Reconformación ambiental de áreas afectadas por la minería sin explotador identificado.</p>	<p>18. Identificación de las áreas objeto de restauración y reconformación ambiental:</p> <p>19. De la intervención de las áreas objeto de recuperación y restauración ambiental.</p>	<p>Las autoridades ambientales, de oficio o a petición del tercero interesado, determinarán las áreas afectadas por la minería sin explotador identificado que sean susceptibles de restauración y reconformación ambiental. Para lo anterior, contarán con el apoyo de la autoridad minera y los entes territoriales, y tendrán en cuenta la información existente en los diferentes instrumentos de planificación, determinantes del ordenamiento territorial y ambientales, Sistema Integrado de Gestión Minera, información disponible del sector defensa y de demás actores, entre otras fuentes.</p> <p>Como resultado, las autoridades ambientales publicarán y pondrán en conocimiento, mediante sus páginas web y demás medios disponibles, las áreas mineras susceptibles de restauración y reconformación ambiental.</p> <p>Las empresas especializadas interesadas en la gestión de áreas afectadas por la minería sin explotador identificado deberán presentar el Plan de Recuperación y Restauración a implementar aplicando las especificaciones de contenido del ANEXO 3 ante la autoridad ambiental competente el cual será objeto de evaluación, seguimiento y control por parte de ésta.</p> <p>Una vez aprobado el plan para la restauración y recuperación ambiental la autoridad ambiental deberá informar a la autoridad minera remitiendo el plan aprobado y su información geográfica Lo anterior, con el fin de ser incluido por la autoridad minera en el Sistema Integrado de Gestión Minera, Anna Minería o el que haga sus veces como una cobertura geográfica de carácter informativo y de público conocimiento para aquellos que estén interesados en solicitar un título minero sobre dichas áreas.</p> <p>Parágrafo 1. Las autoridades ambientales competentes tendrán un plazo máximo de treinta 30</p>

Título	Artículo	Contenido
		<p>días contados a partir de la fecha de presentación del plan para aprobar o no el documento presentado. Autorizado el plan se iniciará su implementación y esta será objeto de seguimiento por parte de la autoridad ambiental competente.</p>
	<p>20. Seguimiento y control en el marco de la recuperación y restauración ambiental de áreas afectadas por la minería sin explotador identificado</p>	<p>En el evento en que se identifique por parte de la autoridad ambiental o la autoridad minera que no se está realizando el aprovechamiento de residuos mineros o que se está realizando la explotación de minerales yacientes en el suelo o subsuelo sin los instrumentos mineros y ambientales requeridos, se ordenará al beneficiario del Plan la suspensión de las actividades de aprovechamiento, sin perjuicio de las sanciones a que haya lugar por parte de las autoridades competentes.</p>
	<p>21. Del seguimiento a los planes y permisos en el marco de la economía circular para el sector minero:</p>	<p>La autoridad minera y las autoridades ambientales en el marco de sus competencias deberán realizar el seguimiento y control de los instrumentos técnicos contenidos en el presente acto administrativo y sus anexos para lo cual deberán articularse, con el fin de realizar un seguimiento conjunto. Para lo anterior, las autoridades mineras y ambientales deberán crear o modificar sus procedimientos internos según aplique.</p> <p>Parágrafo. Las empresas, asociaciones o agremiaciones beneficiarios de los permisos y planes que trata el presente acto administrativo, serán responsables del manejo y disposición final de los residuos mineros, atendiendo los instrumentos técnicos, permisos, autorizaciones o concesiones que para tal fin se otorguen por las autoridades competentes.</p>
	<p>22. Pago de Regalías por aprovechamiento secundario de residuos mineros:</p>	<p>Derivados de los permisos y planes que trata el acto administrativo y que involucran el aprovechamiento de minerales se genera la obligación de declarar, liquidar y pagar las regalías correspondientes, en armonía con lo estipulado en los porcentajes establecidos en la ley.</p>
<p>Título IV Disposiciones Finales</p>	<p>23. Fortalecimiento de competencias en economía circular y buenas prácticas mineras:</p>	<p>Los Ministerios de Minas y Energía y de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA y la academia promoverán la creación de un programa de capacitación enfocado a certificar por competencias a los mineros de pequeña, mediana y gran escala; así como a las asociaciones o agremiaciones dedicados al aprovechamiento secundario de residuos mineros en el fortalecimiento e implementación de buenas prácticas mineras, economía circular, innovación y desarrollo empresarial.</p>

Título	Artículo	Contenido
		<p>Parágrafo: Este programa de capacitación deberá estar integrado en el centro de aprendizaje minero creado por el Ministerio de Minas y Energía y deberá ser actualizado permanentemente por parte de los ministerios aquí referenciados.</p>
	<p>24. Uso responsable del cianuro en el marco del aprovechamiento secundario de colas o relaves de la minería de oro:</p>	<p>En el caso de evidenciar la presencia de mercurio en colas mineras mediante pruebas de lixiviación TCLP u otra, este se deberá retirar y gestionar adecuadamente antes del uso de cianuro para la extracción del oro contenido en las colas o relaves. Si no es posible eliminar el mercurio presente en las colas en un 75% queda prohibido el uso de cianuro.</p> <p>Parágrafo 1. El mercurio retirado de las colas deberá gestionarse de manera segura siguiendo lo definido en la normativa aplicable vigente.</p> <p>Parágrafo 2. En todo caso de acuerdo con la Ley 1658 de 2013 está prohibido el uso de mercurio en la actividad minera.</p>
	<p>25. Fomento a la economía circular:</p>	<p>Con el fin de fomentar la economía circular, los proyectos mineros existentes podrán incorporar, gradualmente, en su proceso productivo la reutilización y aprovechamiento de excedentes y residuos mineros como materias primas de origen secundario, así como establecer programas de ahorro y uso eficiente del agua, la energía y los materiales en el desarrollo de sus actividades.</p> <p>Adicionalmente, los beneficiarios de los permisos mineros de aprovechamiento secundario, en virtud de lo dispuesto en el parágrafo 6 del artículo 8 de la Ley 2250 de 2022 y atendiendo a la subclasificación de comercializadores de minerales de que trata el parágrafo 2 del artículo 12 de la precitada ley, podrán acceder al fondo de fomento atendiendo a la reglamentación y normatividad que sobre el particular se expida.</p>
	<p>26. Aporte del aprovechamiento secundario en proyectos de carácter social.</p>	<p>Los titulares mineros, beneficiarios de procesos de formalización con instrumento ambiental y beneficiarios de los permisos mineros de aprovechamiento secundario, podrán en el marco de la responsabilidad social, disponer de sus residuos mineros entregándolos a entes territoriales en su área de influencia para proyectos de carácter social, siempre y cuando este incluido en su instrumento de licenciamiento ambiental y estos residuos no tengan</p>

Título	Artículo	Contenido
		<p>las características de peligrosidad. En todo caso, una vez recibidos los residuos por el ente territorial, el titular minero desliga su responsabilidad sobre la disposición final de los mismos y el ente territorial, de requerirse, deberá realizar los trámites pertinentes ante la autoridad ambiental.</p> <p>Parágrafo. En todo caso, estos residuos no podrán ser objeto de comercialización. La subcontratación o tercerización, únicamente podrá darse en virtud de aquellos contratos que deban adelantar los entes territoriales para desarrollar los proyectos sociales beneficiarios de los residuos mineros.</p>

Adicionalmente se plantean algunos anexos para complementar o desarrollar algunos de los criterios técnicos definidos en el proyecto de resolución.

En resumen:

- La Resolución reglamenta el artículo 12 de la Ley 2250 de 2022, estableciendo el marco normativo para la economía circular en el sector minero, específicamente para el aprovechamiento secundario de residuos mineros y la restauración de áreas afectadas por minería sin explotador identificado. Define permisos, requisitos técnicos y ambientales, instrumentos de seguimiento, obligaciones de los actores y condiciones para garantizar un manejo ambientalmente responsable, alineado con el desarrollo sostenible, la formalización minera y la transición hacia prácticas productivas más limpias.
- La resolución consolida la economía circular como instrumento regulado en la minería, integrando aprovechamiento de residuos, control ambiental y responsabilidad económica.
- Establece un marco claro de permisos y obligaciones, reduciendo vacíos normativos para el aprovechamiento secundario de residuos mineros.
- Promueve la formalización, tecnificación y sostenibilidad, especialmente en pequeña y mediana minería.
- Introduce un modelo innovador de restauración ambiental, donde la recuperación de áreas degradadas se articula con el aprovechamiento responsable del mineral.
- Refuerza la articulación institucional y el seguimiento conjunto entre autoridades mineras y ambientales.
- Aporta a la transición energética, la reducción de impactos ambientales y el cumplimiento de los ODS en el sector minero.

4. Conclusiones.

El presente documento relaciona el estado del arte del contexto de la economía circular, las mejores técnicas disponibles y su potencial de integración con la actividad minera. Conceptos relacionados con el desarrollo

regenerativo de la minería también fueron abordados.

Si bien es cierto no existen desarrollos normativos en el mundo relacionados con la Economía Circular, se evidenció la presencia de Políticas o documentos estratégicos de diferentes países (España, Chile, Perú) que orientan el establecimiento de acciones relacionadas con la economía circular. También se evidenciaron documentos sectoriales o gremiales que recogen el planteamiento de acciones relacionadas con la economía circular aplicables al sector minero. En estos documentos se evidencia el alto potencial de la minería metálica de incorporar el reciclaje de materias primas y el cierre de ciclos.

La información de referencia disponible referente a la implementación estrategias de economía circular en la minería no es muy amplia. El concepto de economía circular en la minería se ha venido implementando en su integralidad a partir del año 2006 como pudo evidenciarse en documentos consultados del Consejo Internacional de Minería y Metales. Países como Canadá y Chile, en razón de su historia y vocación minera, cuentan con información disponible de política pública y de las acciones que han venido siendo implementadas por las actividades mineras. Algunas tesis de maestría han venido documentando este tipo de experiencias. Para el caso de la industria minera de explotación y beneficio – transformación de cobre la única información disponible se encontró en la Asociación Internacional de Cobre (<https://copperalliance.org/es/>) y en la página web de la Comisión Chilena del Cobre – Cochilco. (<https://www.cochilco.cl/Paginas/Inicio.aspx>)

En nuestro país, la información disponible ha sido estructurada por el Ministerio de Minas y Energía a partir de la contratación de consultorías especializadas, sin embargo, la información bibliográfica disponible en esos documentos es limitada. Para el caso se la industria de cobre, no existen referencias específicas de implementación de acciones.

En algunos casos, los informes revisados documentaron que, aunque la implementación de la EC en la minería trae consigo beneficios, su proceso es de implementación larga debido a las inversiones económicas requeridas. Fomentar la eco-innovación, optimizar reciclar y mejorar la colaboración es necesario y fundamental para la industria minera, la revisión bibliográfica muestra que lograr la implementación generalizada de prácticas económicas de circularidad en la industria minera ha demostrado, hasta la fecha, ser relativamente lento y complicado.

En Europa existe una tendencia a la implementación de medidas en actividades mineras relacionadas con la obtención y transformación de minerales requeridos para sustitución de energías convencionales y para la movilidad eléctrica como por ejemplo en la industria de producción de cobre o níquel.

Otros casos de implementación de medidas están asociadas a controlar la generación de estériles en la minería. Tradicionalmente los estériles han sido manejados como un residuos o desechos que no tienen otra ruta más que la disposición final. Esto implica un control periódico para verificar las condiciones de estabilidad física de las estructuras construidas (escombreras), evitando así la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. Si se gestionan los estériles a partir de su aprovechamiento y/o uso, los costos asociados al monitoreo y seguimiento pueden disminuir notablemente. Estos estériles pueden ser aprovechados mediante relaciones de simbiosis industrial. La caracterización geoquímica del yacimiento minero juega un papel muy importante en las actividades mineras ya que una identificación detallada de los diferentes minerales y elementos contenidos en el subsuelo y específicamente en el yacimiento, permite desde el inicio de una operación minera, planificar nuevas oportunidades de negocio, circularidad y simbiosis industrial.

Es importante que este proceso de implementación de medidas o acciones de economía circular en la minería vaya acompañado de un proceso de ajuste y desarrollo normativo que permita fortalecer este proceso.

Las mejores técnicas disponibles juegan un papel fundamental en la implementación de la economía circular en las actividades mineras en general y para el caso específico de cobre, convirtiéndose en un vehículo práctico y documentado. En este sentido Colombia debe avanzar en el desarrollo y publicación de documentos de mejores técnicas disponibles – MTD’s que definan las características técnicas de las medidas, su efectividad, costos asociados, análisis de impactos y posibles oportunidades para la implementación de la simbiosis industrial. Estos documentos pueden ser elaborados a partir de investigaciones existentes ya desarrolladas por otros países o con base en el conocimiento e investigación de las condiciones locales. Este camino debe emprenderse a partir del trabajo técnico colaborativo entre el sector público y el sector privado.

Se soporta con este documento el proyecto de reglamentación del artículo 12 de la ley 2250 de 2022.

5. Bibliografía

“Estudios de normativas internacionales de diseño, construcción, operación, cierre y post cierre de depósitos de relaves”, SERNAGEOMIN, 2018.

Maximizing Value. Guidance on implementing materials stewardship in the minerals and metals value chain, International Council on Mining & Metals (ICMM). 2006

Materials Stewardship. Eco-efficiency and Product Policy. International Council on Mining & Metals (ICMM). 2007.

Discussion on the Model of Mining Circular Economy, Yiqing Zhao, Li Zanga, Zhongxue Lia, Jiexuan Qina. International Conference on Future Energy, Environment, and Materials, 2012.

Towards circular economy in the mining industry: Implications of Institutions on the Drivers and Barriers for Tailings Valorization, Faculty of Management and Business. Master’s Thesis. 2019. Päivi Kinnunen.

Economía circular en minería – Caso de estudio: producción minera de concentrados de pb-ag-zn en Bolivia. Dr.- Ing. Gerardo Zamora E, M. Sc. Ing. Octavio Hinojosa C. 2019.

Estándar de monitoreo y evaluación para la estabilidad física de los depósitos de relaves una propuesta desde Chile. Programa Tranque, 2019.

Towards a circular economy approach to mining operations. Key Concepts, Drivers and Opportunities. Alan Young & Maria Laura Barreto. Materials Efficiency Research Group, Karen Chovan. Enviro Integration Strategies Inc. 2021.

Identificación de oportunidades mediante la implementación de la Economía Circular en minería secundaria del Cobre. Comisión Chilena del Cobre. Dirección de Estudios y Políticas Públicas, 2021.

Metals in the circular economy. University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, Economy and Management Department, Sofia, Bulgaria. Vessela Petrova, 2021.

La economía circular en la minería peruana, Cepal 2022.

Boletín de Minería Verde en Chile. Fundación tecnológica. 2022.



Mining and metals and the circular economy, International Council on Mining & Metals (ICMM). 2022.

Propuesta de lineamientos técnicos de política de buenas prácticas para estandarizar los procesos de gestión y manejo de estériles en minería. Contrato de Consultoría GGC-606-2021. Dirección de Minería Empresarial. Ministerio de Minas y Energía. 2021.

Propuesta de Lineamientos Técnicos de Política de Buenas Prácticas para Estandarizar los Procesos de la Actividad Minera relacionados con la economía Circular. Contrato de Consultoría GGC-606-2021. Dirección de Minería Empresarial. Ministerio de Minas y Energía. 2021

Propuesta de Lineamientos Técnicos de Política de Buenas Prácticas para Estandarizar los procesos relacionados con presas de relaves. Dirección de Minería Empresarial. Ministerio de Minas y Energía. 2021

Best available techniques (BAT) for preventing and controlling industrial pollution, OCDE. 2020

Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities, European Commission, 2009.

Documentos de implementación de la técnica de aprovechamiento de relaves mineros a través de Relleno Dentrítico Cementado, Minera El Roble, 2020 – 2022.

Elaboró: Ing. Sergio Rodrigo Hernández Cruz – CD 232 de 2025 *SRH*

Aprobó. Yiovani Palexhor Mopán– Director de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana.