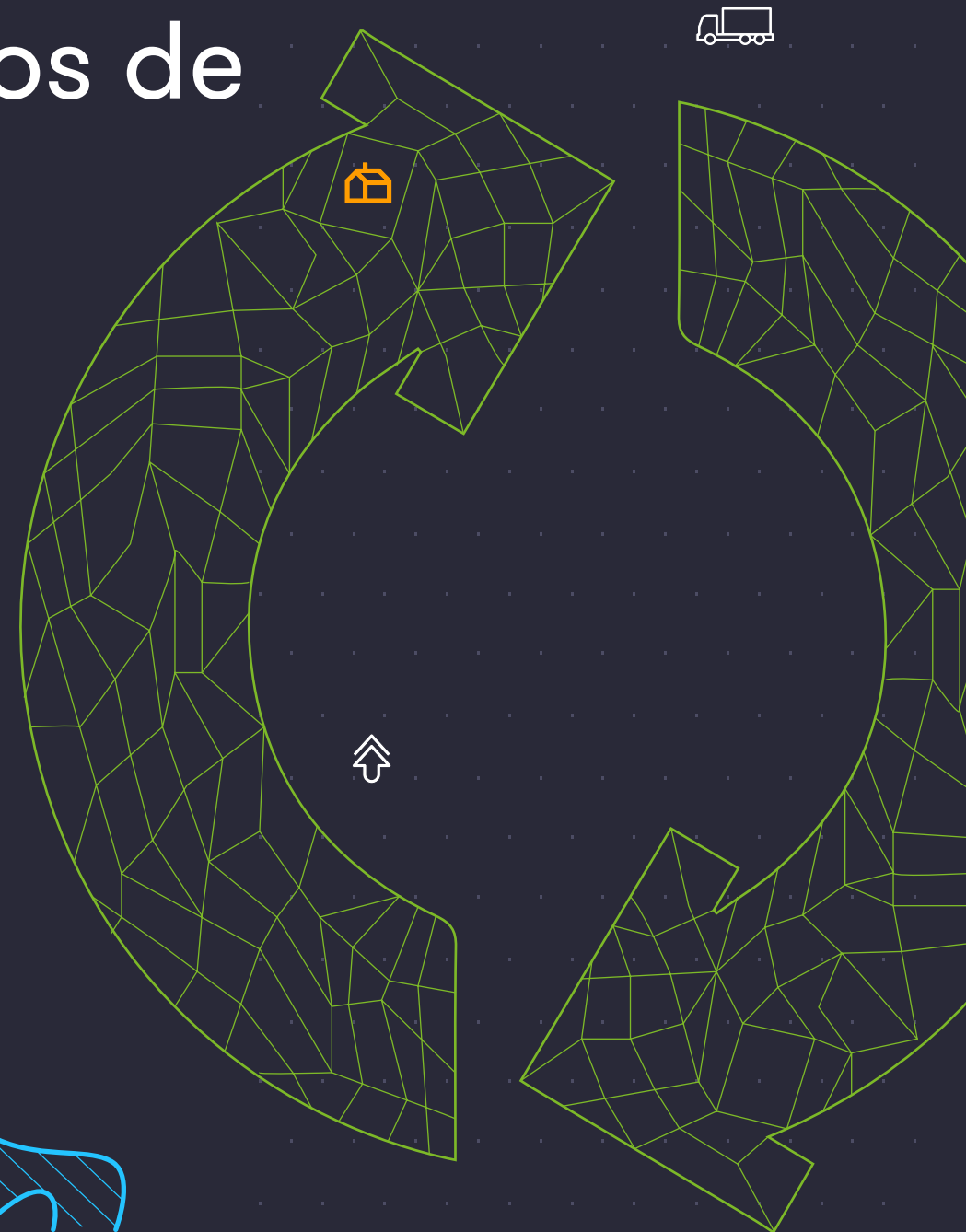
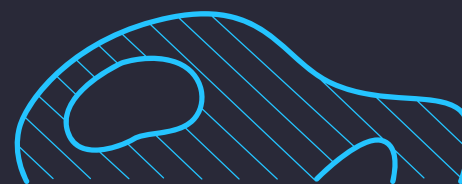
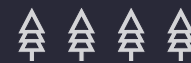
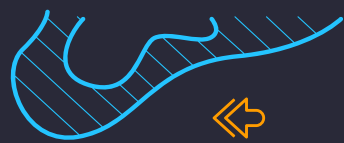


Propuesta de Lineamientos Técnicos de Política de Buenas Prácticas para

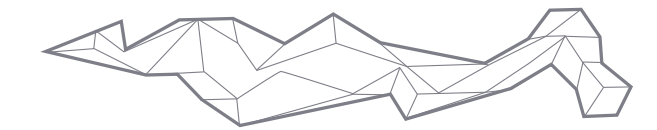


Estandarizar los procesos de ECONOMÍA CIRCULAR en la actividad minera



Propuesta de **Lineamientos Técnicos** de **Política de Buenas Prácticas** para

Estandarizar los procesos de **ECONOMÍA CIRCULAR** en la actividad minera



Contrato de Consultoría **GGC-606-2021**

Ministerio de Minas y Energía
Dirección de Minería Empresarial
Asesorías Técnicas Geológicas ATG Ltda.

@ Propuesta de Lineamientos Técnicos de Política de Buenas Prácticas para Estandarizar los procesos de Economía Circular en la actividad minera.

Elaboración

Equipo Técnico //

Mauricio Alfonso R. Gerencia del Proyecto

Olga López M. Dirección del Proyecto

Paola Martínez A. Ingeniería Ambiental

Ruber Teherán G. Ingeniería de Minas

Rafael Hernando R. Profesional en Geología

Lilibeth Garcia Castaño Profesional Jurídico

Rafael Meneses R. Control y Aseguramiento de Calidad

Oscar Herrán T. Ingeniería Ambiental

Jorge Bonilla L. Ingeniería Ambiental

Natalia Velandia P. Profesional Transversal

Diseño Editorial e Ilustración //

Daniel Jiménez Dirección de Arte

Febrero de 2022

102 páginas : ilustraciones.

Contacto:

menergia@minenergia.gov.co

@ Prohibida la reproducción parcial en cualquier medio, sin permiso escrito de los titulares del copyright.



**La NUEVA
ENERGÍA**

ATG ASESORÍAS TÉCNICAS
GEOLÓGICAS
ATG LTDA.

CONTENIDO

01



Resumen

Página 04

02



**Metodología
General**

Página 08

03



**Antecedentes
& Justificación**

Página 12

04



**Marco
Conceptual**

Página 16

05



**Marco normativo
en Colombia**

Página 20

06



**Economía Circular
en el Sector Minero**

Página 26

07



Lineamientos

Página 34

08



Conclusiones

Página 94

09



Bibliografía

Página 96



01

Resumen y descripción del proyecto

Minería con responsabilidad social

Los lineamientos técnicos propuestos en el presente documento, parten del **marco regulatorio minero y ambiental** que se encuentra actualmente vigente, pretendiendo que sean armónicos y coherentes con los términos y dimensiones del actual ordenamiento, en éstos se busca presentar los objetivos con líneas de base e indicadores, que sirvan de referencia en la planeación y desarrollo de la actividad minera por parte de los titulares y a la vez sean integrados al sistema de evaluación y seguimiento por parte de la autoridad, permitiendo medir a futuro el estado de implementación y avance en la aplicación de dichos lineamientos, con miras al desarrollo de una minería con responsabilidad social y más competitiva.

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.

Es por esto que la línea de investigación principal que se llevó a cabo, fue buscar a nivel internacional los modelos utilizados en diferentes países que se encuentran implementando el cambio de economía con el fin de realizar un aporte significativo para lograr frenar un poco los efectos provocados al medio ambiente, dado que la economía circular tiene un impacto directo en la lucha contra el cambio climático.

“Todo con el fin de reducir la generación de residuos y alargar la vida útil de materiales o productos mediante procesos de reutilización (...).”

Economía circular en Colombia

A nivel de América Latina, Colombia es uno de los países que se encuentra buscando implementar modelos que permitan aportar al cambio hacia la economía circular en la actividad minera, en donde se destaca que varias empresas mineras grandes y medianas, ya cuentan con modelos aplicados a satisfacción, lo cual permite tener una línea base de éxito para lograr que la minería se realice de manera responsable.

Con el fin de lograr el objetivo propuesto, se establecieron **seis (6) Líneas Estratégicas Básicas** 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.



La clasificación Tomra de minerales basada en sensores puede contribuir positivamente a las prácticas propias de la economía circular en la mina mediante una gestión proactiva de escombrera de residuos mineros y la ampliación de la vida útil de la actividad.

Fuente: Tomra Sorting Mining.



02

Metodología General

La conceptualización y elaboración de la propuesta de lineamientos técnicos de política de buenas prácticas para estandarizar los procesos de la actividad minera relacionados con economía circular, tiene como base la información obtenida mediante recopilación y análisis de información secundaria nacional e internacional consultada mediante páginas web (académicas y científicas) y revisión bibliográfica e información primaria obtenida de reuniones con empresas y actores del sector que permitieron la validación de procesos y procedimientos para la ejecución de los procesos mineros relacionados con el tema.

La información obtenida mediante recopilación y análisis de documentos consultados y analizados, permitió una mejor interacción al momento de realizar las entrevistas con empresas y actores mineros, en donde se pudo validar si las experiencias y buenas prácticas utilizadas a nivel internacional se realizaban a nivel nacional en alguna de estas empresas y adicionalmente las reuniones también permitieron, mediante recomendaciones aportadas, ampliar la base de información para consulta. En la **Figura 1** se muestra un esquema sobre recolección de información primaria y secundaria.



Figura 1

Metodología de recolección de información primaria y secundaria.

Fuente: ATG Ltda., 2021.

La construcción de los lineamientos fue realizada por el equipo de trabajo de ATG Ltda., conformado por profesionales de diferente formación, en ingeniería de minas, geología e ingeniería ambiental, empleando para ello el método heurístico de análisis, en donde se evaluó integralmente la información recopilada, identificando y seleccionando conceptos, criterios, directrices, buenas prácticas y técnicas disponibles a nivel internacional, que fueran aplicables al sector minero colombiano, teniendo en cuenta las particularidades del mismo y del territorio.

Antes de entrar a hablar sobre la estructuración de las Líneas Estratégicas, es importante primero dejar clara la definición de que es Lineamiento, con el fin de lograr identificar una interrelación entre estos conceptos, por lo cual se buscó una definición oficial y se encontró lo siguiente:



Lineamiento:

Es una orientación de carácter general, corresponde a una disposición o directriz que debe ser implementada en las entidades del Estado colombiano.¹

1

<https://www.mintic.gov.co/arquitecturati/630/w3-article-9471.html>

Estructura Metodológica de Lineamientos

Entonces, a partir del conocimiento y definición de cada **Línea Estratégica**, y del significado del concepto de **Lineamiento**, se formularon interrogantes respecto a un proyecto minero que involucrase la generación de economía circular minera, para satisfacer un paso a paso para cada Línea; con base en esos planteamientos a modo de inquietudes, se fueron creando Lineamientos, y se añadió a cada lineamiento específico el enfoque de directriz; es decir, que se necesita o quiere conocer?, que para esta estructura se va a denominar **Componente**; cada componente debe tener un propósito o **Alcance**, bajo el interrogante de para qué necesitamos conocer

ese componente?; pregunta que se resuelve con la **Actividad o Información Requerida**, que se sintetizaría en el cómo logramos construir dicha información para satisfacer el lineamiento planteado?, ver **Figura 2**.

En síntesis, los Lineamientos se estructuraron a partir de Componentes, que corresponden a la información a conocer para su aplicación; para cada componente se estable un Alcance, y unas Actividades específicas que permitirán su desarrollo; lo que en conjunto estructura lineamientos sólidos y consistentes que dan respuesta a necesidades y requerimientos para cada Línea Estratégica.



Figura 2

Estructura metodológica de lineamientos.
Fuente: ATG Ltda., 2021.

Líneas Estratégicas

Después de exponer la forma en que se estructuraron las líneas estratégicas, en la **Figura 3** se pueden evidenciar cuales son las líneas que serán abordadas a lo largo del presente documento.

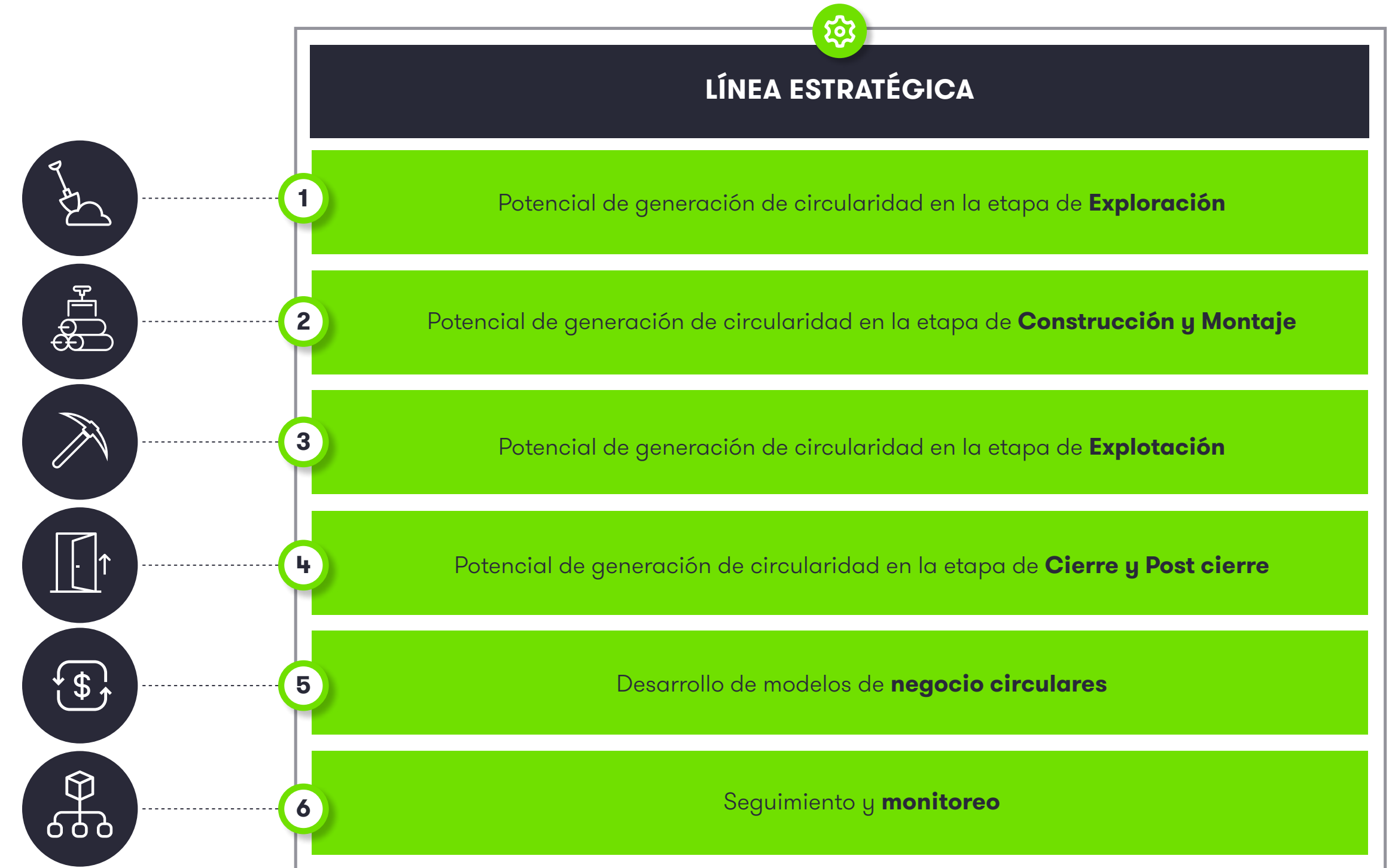


Figura 3

Líneas estratégicas para economía circular.
Fuente: ATG Ltda., 2021.



03

Antecedentes & Justificación

La **economía circular** es definida 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.” [Tomado de *Ellen MacArthur Foundation*]²

Este modelo está emergiendo rápidamente a nivel mundial, en donde las empresas y los gobiernos reconocen cada vez más su potencial para abordar las causas fundamentales de cambio climático, al mismo tiempo que genera nuevas y mejores oportunidades de crecimiento.

De igual manera el concepto de economía circular ha crecido en términos de investigación académica sobre cómo se relaciona la minería con la sostenibilidad y el desarrollo sostenible, en particular du-

rante las últimas dos décadas, en donde los conceptos de sostenibilidad y desarrollo sostenible se volvieron particularmente relevantes a escala global y comenzó a ganar jerarquía e importancia a nivel de gobernanza en el contexto de la industria minera a través de diversas iniciativas.

Actualmente en Colombia, se reconoce el esfuerzo institucional para abordar el tránsito de una economía lineal a una circular, en espera de promover procesos de articulación de cadenas de valor tanto en el aprovechamiento de metales y minerales, aceptando que este es un camino institucional largo y desafiante para los actores involucrados en el proceso, tránsito que se afianzó con el lanzamiento de la “Estrategia Nacional de Economía Circular” que pretende aumentar significativamente la tasa de reciclaje, la utilización de residuos e impulsar la transición energética, en pro del cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible, a lo cual se han comprometido los gobiernos de Colombia ante la OCDE.³

“El concepto de economía circular ha crecido en términos de investigación académica sobre cómo se relaciona la minería con la sostenibilidad y el desarrollo sostenible, en particular durante las últimas dos décadas (...).”

2

Gobierno de la Republica de Colombia, 2019. Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. Bogotá D.C., Colombia. Presidencia de la República;

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

3

Recuperado del documento economía circular en el sector minero colombiano *Una oportunidad para la productividad de la minería*. MinMinas 2021.

Dando cumplimiento a la Ley 685 de 2001⁴ (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 2002⁵ adoptan las Guías Minero Ambientales de Exploración, Explotación y de Beneficio y Transformación, las cuales son un instrumento de consulta y de guía en el manejo ambiental de las actividades desarrolladas durante la etapa de explotación, cierre y abandono de operaciones mineras, sin abarcar de manera detallada y a profundidad las etapas del cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio que respondan a los objetivos del desarrollo sostenible.

Actualmente Colombia cuenta con la Resolución 1257 de 2021 por la cual se 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.

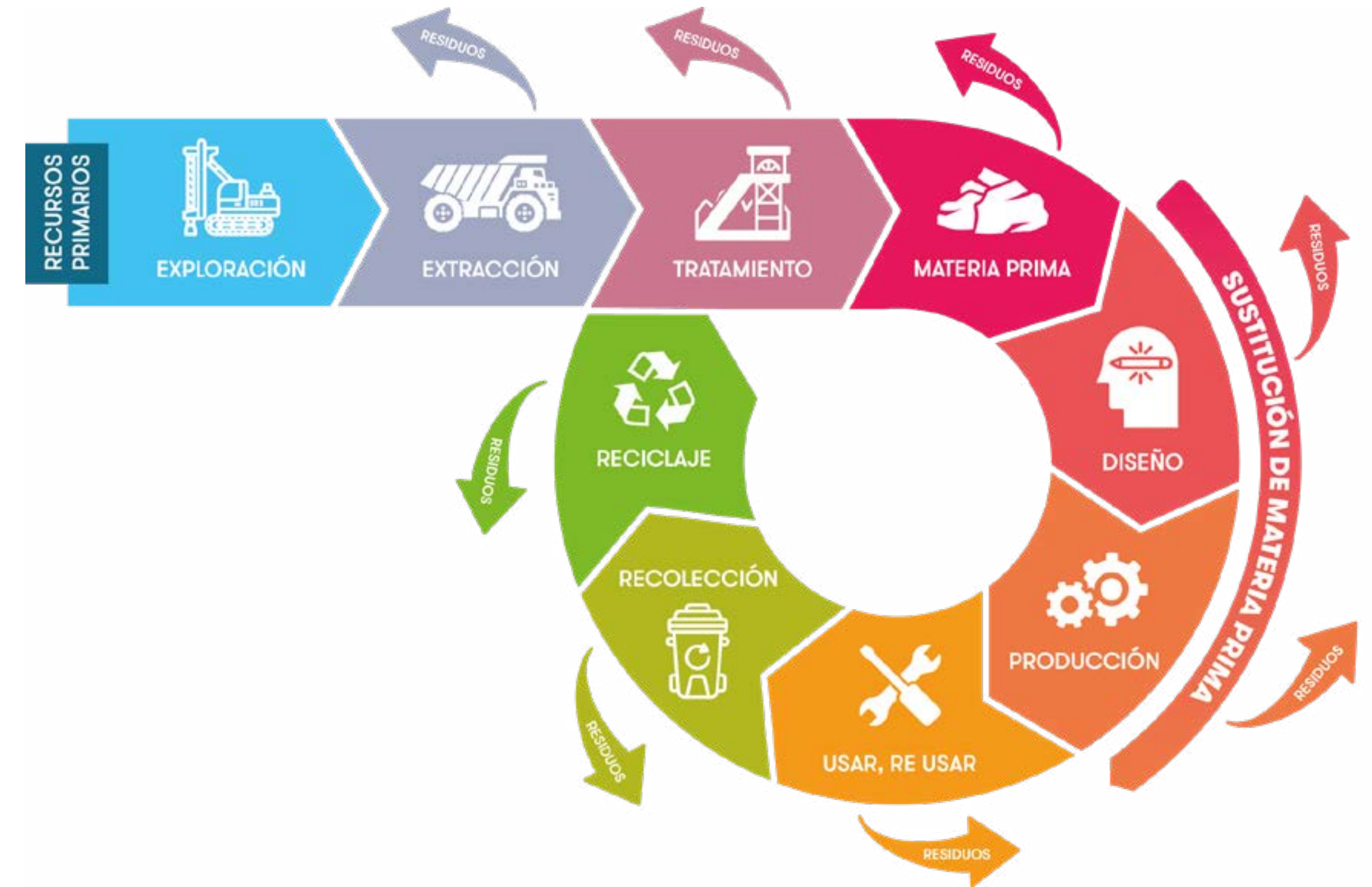
Igualmente en la normatividad vigente se cuenta con los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental EIA en proyectos de explotación minera, en la cual se incluyen algunos tópicos referentes a economía circular, por ejemplo: en definir todas las actividades y/o procesos mineros que requiera la elaboración del EIA en mediana y gran minería con el fin de identificar el diagrama de flujo de materiales del proceso completo y detallado que permita identificar entradas y salidas.

Por todo lo anterior es fundamental establecer un punto de partida a través de iniciativas que se adapten a las características particulares en el sector minero, contemplando un enfoque técnico, ambiental y sostenible, basado en buenas prácticas, experiencias y mejores técnicas realizadas a nivel nacional que se implementen en los términos de referencia para trabajo de exploración, programa mínimo exploratorio y Programa de Trabajos y Obras (PTO) para materiales y minerales distintos del espacio y fondo marino adoptados mediante la Resolución 299 de 2018.

“El país no cuenta con una regulación y/o formalización específica respecto a la normalización de los procesos relacionados con economía circular en la actividad minera (...).”

4 LEY 685 DE 2001. Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones. Disponible en: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0685_2001.html

5 Resolución 18 0861 de 2002. Ministerio De Minas y Energía Disponible en: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/res_18_0861_de_2002.pdf

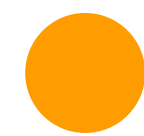




04

Marco

Conceptual



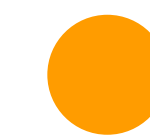
Basura cero

Iniciativa, modelo o meta de eficiencia en la gestión de residuos cuyo objetivo principal es la reducción de residuos destinados a disposición final en rellenos sanitarios o incineración, que desarrolla su implementación por medio de las estrategias de reducción, reutilización, reciclaje y aprovechamiento. Este modelo implica una combinación de prácticas en los ciudadanos, tales como el reciclaje, la reutilización, la eliminación de materiales tóxicos y el rediseño de productos y envases para poder desarrollar comunidades y empresas sostenibles⁶.



Economía Circular

1 // 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 respondan a los fundamentos del desarrollo sostenible⁷.



Flujos de materiales

Comprende la secuencia de las actividades de extracción de materias primas, transformación o fabricación de productos, uso o consumo y gestión de los residuos resultantes del consumo⁸.



Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Son la agenda global de desarrollo aprobada el 25 de septiembre de 2015 en el marco de la Asamblea General de las Naciones Unidas, con el objetivo de promover la sostenibilidad ambiental, la erradica-

6

Comber, Nicole; Federico, María Victoria; Moriena, Nicole [2013], Basura Cero en Buenos Aires.

7

Fundación Ellen MacArthur [2019]

8

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento Administrativo Nacional de Estadística [2018].

9

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo [2019]. Estrategia Nacional de Economía Circular "Cierre de ciclos materiales innovación, tecnología, colaboración y nuevos modelos de negocio".

ción de la pobreza y la inclusión social, la prosperidad económica y la paz. Son 17 objetivos asociados a 169 metas que fueron adoptados por las partes firmantes. Cada país ha definido compromisos concretos alrededor de los ODS para alcanzar las metas propuestas a 2030¹⁰.

Producción y consumo sostenible

Sistema integrado de producción y consumo, donde las tendencias están interrelacionadas y se afectan mutuamente. Cualquier cambio en la producción, impacta en el consumo y viceversa. En la medida en que la empresa logra disminuir el impacto ambiental de su proceso de producción, automáticamente el producto o servicio que ofrece en el mercado es más sostenible. Por otro lado, las fuerzas de demanda pueden incentivar la producción más limpia¹¹.

Reducir

Prevenir el consumo excesivo y la generación de residuos sólidos para disminuir los impactos ambientales y los costos asociados a su manipulación. La reducción de residuos sólidos puede realizarse en las viviendas, las instalaciones comerciales e industriales a través de compras selectivas y reutilización de productos y materiales¹².

Reutilización

1// La prolongación de la vida útil de los materiales recuperados que se vuelven a utilizar sin que se requiera un proceso de transformación previo¹³.

2// Reaplicación o reúso de un residuo, con el mínimo tratamiento posterior, a excepción de la limpieza o tratamiento superficial, para una función igual o parecida a la que tenía anteriormente¹⁴.

Simbiosis Industrial

Estrategia colaborativa para el intercambio de flujos físicos de materiales, energía o agua y el compartir de servicios entre actores industriales, para contribuir al uso eficiente de recursos y la reducción de impactos ambientales de sistemas industriales¹⁵.

Uso eficiente de recursos

Cantidad óptima de materiales, energía o agua para producir o distribuir un producto o empaque¹⁶.

Vida útil

Tiempo de funcionamiento de materiales y productos determinado por la asignación de valor por porte de sus usuarios. Cuando materiales son re-usados o reciclados, su vida útil se extiende¹⁷.

10

<https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

11

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2019). Estrategia Nacional de Economía Circular “Cierre de ciclos materiales innovación, tecnología, colaboración y nuevos modelos de negocio”.

12

Memorias XII Congreso Internacional de Medio Ambiente. Economía Circular una herramienta para el desarrollo de los ODS. 2019”

13

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2019). Estrategia Nacional de Economía Circular “Cierre de ciclos materiales innovación, tecnología, colaboración y nuevos modelos de negocio”.

14

UPME- UIS. Realizar un análisis del potencial de reutilización de minerales en Colombia y definir estrategias orientadas a fomentar su aprovechamiento por parte de la industria en el país bajo el enfoque de economía circular, contrato interadministrativo CI-049-2018, 2018.

15

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2019). Estrategia Nacional de Economía Circular “Cierre de ciclos materiales innovación, tecnología, colaboración y nuevos modelos de negocio”.

16

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2019). Estrategia Nacional de Economía Circular “Cierre de ciclos materiales innovación, tecnología, colaboración y nuevos modelos de negocio”.

17

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2019). Estrategia Nacional de Economía Circular “Cierre de ciclos materiales innovación, tecnología, colaboración y nuevos modelos de negocio”.



05

Marco Normativo en Colombia

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, permitiendo que se puedan 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 parti-

da 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.

ODS asociados a la economía circular



Figura 3

Líneas estratégicas para economía circular.

Fuente: ATG Ltda., 2021.

Línea del tiempo sobre Normatividad

En la siguiente línea del tiempo se describe cronológicamente la normatividad relacionada a la temática de economía circular en Colombia:





Planeación minera responsable
- Operación minera sostenible
Fuente: Cementos ARGOS



06

Economía Circular en el **Sector Minero**



*Secuencia-avance de
explotación en cantera
(perforación)*
Fuente: Gravillera Albania

Economía Circular Sector Minero Internacional

Muchos países han desarrollado proyectos de investigación, iniciativas y experiencias aplicables a la Economía Circular (EC) en el sector minero, ya que existe una creciente necesidad de encontrar alternativas para el manejo de los residuos generados, y el uso eficiente y sostenible de los recursos; abarcando aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de prácticas y procesos de Economía Circular (EC) desarrollados en diferentes latitudes a nivel mundial.



Finlandia

Investigaciones sobre el estado de la economía circular en el sector minero; influencia de las instituciones sobre la industria minera a partir de la necesidad de metales en una sociedad moderna; minería y metalurgia; y desechos corrientes y secundarios.



India

Utilización de subproductos de la combustión de carbón como sustituto del cemento Portland en la fabricación de techos, baldosas y como rellenos estructurales, placas de yeso, o como fertilizantes agrícolas y para mejoramiento del suelo.



China

Economía circular enfocada a la disminución de las emisiones; uso racional de recursos y energía; reciclaje de residuos y/o disposición adecuada de éstos. Ciclo cerrado de flujo de material, bajo el modelo de: Recursos minerales, Productos y Recursos minerales renovables. Principio de las 3R Reducir, Reusar y Reciclar. Economía circular en diferentes niveles que incorpore un modelo razonable teniendo en cuenta particularidades del proyecto minero, flujos de materiales, recursos requeridos, tipo y cantidad de residuos generados, energía requerida y posibles pérdidas para cada una de las actividades del proceso. Simbiosis industrial y oportunidades de mejora.



África

Se conformó la Alianza de Economía Circular de África ("ACEA" o "La Alianza") en donde se definen beneficios y/o ventajas referentes a la economía circular en el sector minero para disminuir costos operativos y aumentar la eficiencia mediante la optimización de recursos, responder al cambio global en la demanda de los consumidores hacia productos ecológicos alejados del modelo económico lineal, y bajo el propósito de implementar estándares ambientales establecidos por instituciones mineras a nivel global.



Australia

Economía circular enfocada en el flujo de materiales estableciendo indicadores de flujo, pérdida de minerales por residuo, evaluación del ciclo de vida de la mina para definir la gestión de residuos, cierre prematuro y estrategias extractivas ineficientes que pueden amplificar pérdidas de minerales. Formular estrategias que anticipen el uso futuro de material más allá de la vida de un proyecto minero y/o contribuir a estructurar proyectos mineros económicamente viables a largo plazo.



Caso de aplicación de Economía Circular (EC)

- La empresa Vista Gold Corporation - Mt Todd a través de la optimización y mejora de sus procesos incrementó la recuperación de oro realizando clasificación basada en sensores reduciendo el consumo energético casi a la mitad, con el consecuente ahorro de emisiones de CO2. También logró que la huella de carbono global de la actividad sea menor, y redujo el material sin valor comercial.

ACCIONES CLAVES PARA DESARROLLAR LA ECONOMÍA CIRCULAR (EC) EN EL SECTOR MINERO

- Integrar la economía circular en las políticas mineras.
- Crear incentivos regulatorios y monetarios.
- Formalizar la minería artesanal y de pequeña escala.



Europa

La Comisión Europea [2019] desarrolla orientaciones y promueve las mejores prácticas en materia de Planes de Gestión de Residuos Extractivos (EWMP por sus siglas en inglés), aspectos de Economía Circular enfocados hacia la optimización de la extracción y procesamiento de minerales a través del fortalecimiento de la exploración y diseño, reciclaje y valorización de residuos extractivos; obtención de conocimiento, selección de métodos de explotación, planificación minera, revisión de flujos de materiales, criterios de seguridad operacional y minimización de impactos.



Canadá

Enfoque de la Economía Circular (EC) en minería hacia el consumo reducido de recursos, y estrategias de eco diseño como el desarrollo de equipos de extracción eléctricos, eco-insumos, químicos amigables y otras innovaciones tecnológicas; optimización de procesos de producción, aumento de la vida útil de los productos y componentes de equipos y maquinaria.



Estados Unidos

Recuperación de litio metal ultraligero utilizado para fabricar baterías de vehículos eléctricos, a partir de roca estéril en una mina de boratos en California (EEUU), donde se extraía un grupo de minerales utilizados para fabricar jabones, cosméticos y otros bienes de consumo.



Brasil

Economía Circular (EC) en minería que contempla el uso de recursos y productos en circuitos cerrados para mantenerlos en uso el mayor tiempo posible reduciendo el impacto ambiental, trayendo beneficios económicos, contribuyendo a la innovación, desarrollo y generación de empleo; siendo un sistema productivo regenerativo, valorizando productos, materiales y recursos. Implementación de innovación tecnológica; recuperación, reacondicionamiento y reutilización de equipos y maquinaria, reciclaje y reuso de subproductos mineros.



Caso de aplicación de Economía Circular (EC)

- Producción de arena y filtros de agua a partir de escombros de construcción civil.
- Bioextracción de metales Ni y Cu de trozos de equipos electrónicos.
- Tecnologías de deshidratación y reutilización de agua en procesamiento mineral y beneficio de mineral de níquel y bauxita.
- Uso de residuos de rocas ornamentales como fertilizante para agricultura de piñones y ricino, que son materias primas de biodiesel.

- Biohidrometalurgia para extracción de metales en fase acuosa y tratamiento de efluentes.
- Proyectos piloto a escala semi-industrial.
- Aplicación de residuos de mármol a polipropileno para crear plástico más resistente, proyecto utilizado para la creación de prótesis craneales para niños discapacitados.
- Comercialización integral de relaves como un producto de piedra caliza que asociado al zinc genera mayores beneficios a agricultores de algunas zonas de Brasil con predominancia en suelos ácidos.



Chile

Uno de los más recientes avances es la creación del Centro Tecnológico de Economía Circular en la Región de Tarapacá, con el fin de diversificar la matriz productiva y comercial de esta zona, enfocado en industrias muy concretas como minería de recursos estratégicos para lograr un futuro bajo en carbono (cobre y litio), implementar energías renovables y almacenamiento de energía, transformando muchos pasivos mineros en recursos (activos). Un impedimento directo para el desarrollo de la Economía Circular (EC) es la falta de normatividad específica.



Caso de aplicación de Economía Circular (EC)

- Empresa Codelco Andina aprovecha neumáticos de camiones mineros transformándolos y utilizándolos para obtener otros productos.
- Empresa Minera Meridian Ltda. En la mina El Peñón recupera mineral contenido en los relaves almacenados mediante reprocesamiento de los mismos.



Perú

El sector minero es impulsor de la economía circular planteando ventajas como beneficios ambientales, mayor rentabilidad económica, sostenibilidad, impulso en el desarrollo, progreso y bienestar. La Economía Circular (EC) bajo el principio de “cerrar y abrir ciclos de vida” de los productos, genera bienes y servicios que a la vez reducen el consumo, desechos y desperdicios de materias primas principalmente agua y energía, fortaleciendo la sustentabilidad y sostenibilidad de las actividades cotidianas.

Economía Circular Sector Minero Nacional

En el año 2019 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo presentaron la Estrategia Nacional de Economía Circular “Cierre de ciclos materiales innovación, tecnología, colaboración y nuevos modelos de negocio”. involucrando un proceso de concertación entre diversos actores del sector público y privado, academia y sociedad civil, relacionados con la transformación de los sistemas productivos, surgiendo un Plan de acción sobre flujo de materiales industriales y productos de consumo masivo

Colombia es el primer país de América Latina en implementar una estrategia de economía circular, en donde las empresas juegan un papel fundamental, ejecutando nuevos modelos de negocio que a través de la innovación aprovechan al máximo los recursos y permiten que los residuos de unos puedan ser insumos para otros; sistema conocido como el cierre de ciclos de materiales. Así mismo se espera que Colombia en el año 2030 sea líder en Latinoamérica en la implementación de este nuevo modelo.



Caso de aplicación de Economía Circular (EC)

- Residuos mineros como materia prima para otras industrias implementando la simbiosis industrial.
- Reciclaje y reutilización de neumáticos de caucho.
- Producción de adoquines a partir de relaves mineros.
- Fabricación de unidades de albañilería (bloques de concreto estructural, ladrillos) en zonas aledañas a Pasivos Ambientales Mineros (PAMs) a partir de relaves mineros.

Experiencias de empresas mineras en Colombia en el desarrollo de procesos relacionados a la Economía Circular (EC)

A continuación, se presentan algunas de las experiencias y procesos desarrollados dentro del marco de la Economía Circular (EC) por empresas consultados en el desarrollo de la cartilla.

SUMICOL S.A. Aprovechamiento de relaves compuesto en gran porcentaje por caolín utilizándolo en la fabricación de cemento blanco.

DRUMMOND LTD. Optimización en sus procesos operativos, reutilizando el material estéril para recuperación del suelo y paisaje, reusó de las aguas residuales tratadas, entre otros.

UNIMINAS S.A.S. Investigación para la fabricación de bloques a partir del material estéril como materia prima, igualmente la empresa cuenta con una planta de reciclaje donde se llevan diferentes residuos generados por la empresa para su posterior aprovechamiento.

CEMENTOS ARGOS. Incorporación de la línea de acción de economía circular dentro de sus operaciones, la empresa investiga y trabaja en la optimización de procesos, el desarrollo de nuevos productos y servicios, la generación de nuevos modelos de negocio, el fortalecimiento de la cadena de valor y el desarrollo de las comunidades de su área de influencia.

FUNDACIÓN SAN ANTONIO. Aprovechado del material estéril para mantener la estabilidad del área y desarrollar procesos de reconfiguración morfológica del terreno dentro del proyecto.

MIRAFLORES COMPAÑÍA MINERA S.A.S. Investigación de los lodos generados mediante el desarrollo de pruebas de resistencia y calidad para la fabricación de ladrillos las cuales han arrojado que estos pueden ser catalogados óptimos con porcentaje de uso de lodos en la mezcla del 30%. En relación con el uso de agua en el proceso se cuenta con ciclos cerrados, en donde el agua es recirculada y se realiza uso de agua lluvias tanto en plataformas como en el área de corte de núcleos. Se contempla en el componente energético el uso de paneles solares.

MINERA LAS BRISAS DE COLOMBIA S.A.S. La compañía realizó el cambio de mineral de asbesto crisotilo al silicato de magnesio, el cual se empezó a usar como materia prima y una gran oportunidad de negocio. Dentro de los procesos productivos del mineral de silicato de magnesio se definen 3 etapas: en la primera se utilizan como fertilizante en un 60% exportación y un 40% en el mercado nacional. Como segunda etapa se utilizan como filtros catalizadores para el mejoramiento de aguas residuales de la producción de petróleo y por último como producción de moldes cerámicos.

GRAN COLOMBIA GOLD. Suministra los estériles generados en la mina al constructor de una vía nacional 4G que comunica el Rio Magdalena con el Rio Cauca en Antioquia. Mientras que en la mina subterránea se aprovecha el material estéril en el relleno dentro de la mina para ganar en términos de sostenimiento garantizando la estabilidad del macizo rocoso

CEMEX COLOMBIA S.A. Implementa una estrategia de sostenibilidad en la cual incluye como área de enfoque la economía circular, plantea que todas las operaciones cuenten con directrices y/o lineamientos que definen la política del modelo basura cero del país, incluido la generación de estériles dándole un uso circular a los flujos de materiales en sus procesos productivos.

MINEROS S.A. cuenta con un Centro de Economía Circular, el cual se gestionan todos los residuos que se generan producto del desarrollo de las operaciones y del campamento minero. Acogiendo los lineamientos del modelo basura cero del país.

Buenas prácticas desarrolladas en el marco de la Economía Circular (EC) en minería

- Implementación de procesos de simbiosis industrial.
- Desarrollo de proyectos de innovación e investigación con apoyo de la academia y institucionalidad.
- Implementación de tecnologías que optimicen la recuperación del mineral aprovechable.
- Intercambio de experiencias, buenas practicas y lesiones aprendidas con actores del sector.
- Uso eficiente de recursos implementando procesos de identificación de flujos y perdidas
- Implementación de procesos de recirculación de agua.
- Implementación de energías renovables por ejemplo paneles solares
- Reutilización de relaves y estéril para desarrollar procesos de retrolenado, reconfiguración morfológica y paisajística, obras civiles al interior y fuera del proyecto minero.
- Utilización de subproductos y sobrantes como aditivo a materia prima para la elaboración de producto o mejora de procesos.
- Mejoramiento en eficiencia de procesos mediante identificación de flujos de energía y recursos
- Instalación de maquinaria con mejor tecnología aumentando la eficiencia y productividad de los procesos.
- Conversión de equipos y maquinaria a energía eléctrica.
- Reuso y reutilización de llantas usadas.
- Reciclaje, aprovechamiento seguro de estos residuos ordinarios
- Reuso y/o disposición adecuada de residuos peligrosos y especiales.



Reservorio artificial en etapa de post cierre minero.
Fuente: Gravillera Albania



07

Lineamientos

LÍNEA ESTRATÉGICA	LINEAMIENTOS & COMPONENTES
① Potencial generación de circularidad en la etapa de exploración	L1 pág 39 L2 pág 40 A B L3 pág 42 A B C D E F G
② Potencial generación de circularidad en la etapa de construcción y montaje	L1 pág 51 L2 pág 52
③ Potencial generación de circularidad en la etapa de explotación	L1 pág 55 L2 pág 56 A B L3 pág 60 L4 pág 65 A B L5 pág 67
④ Potencial generación de circularidad en la etapa de cierre y postcierre	L1 pág 69 A B L2 pág 72 A B C D L3 pág 77
⑤ Desarrollo de modelos de negocio circular	L1 pág 81 A B L2 pág 90
⑥ Seguimiento y monitoreo	L1 pág 94

Se elaboraron un total de **dieciséis (16) Lineamientos** para las Líneas Estratégicas definidas, ver Tabla 5. En cada Lineamiento se desarrollan los Componentes, Alcances e Información necesaria para su aplicación.









	 LÍNEA ESTRATÉGICA	 No LINEAMIENTOS
	1 Potencial de generación de circularidad en la etapa de Exploración	3
	2 Potencial de generación de circularidad en la etapa de Construcción y Montaje	2
	3 Potencial de generación de circularidad en la etapa de Explotación	5
	4 Potencial de generación de circularidad en la etapa de Cierre y Post cierre	3
	5 Desarrollo de modelos de negocio circulares	2
	6 Seguimiento y monitoreo	1

Figura 3

Líneas estratégicas para economía circular.
Fuente: ATG Ltda., 2021.



Reservorio artificial en etapa de post cierre minero.
Fuente: Gravillera Albania

Potencial generación de circularidad en la etapa de **Exploración**



Lineamiento 1

Elaborar diagrama preliminar de circularidad



Componente

Definición preliminar de entradas y salidas en la exploración.



Alcance

Determinar las potenciales oportunidades de circularidad durante la exploración.



Información Requerida

Listado de actividades a ejecutar en la exploración, incluyendo las actividades de apoyo.

¿Cómo elaborar el diagrama de potencialidad?

Determinar para la etapa de exploración, las actividades a realizar y las entradas y salidas a generarse en términos de flujos de Energía, Agua, Residuos, Recurso Humano y demás asociados al proceso.

Tenga en cuenta que algunos **flujos aplicables** a las principales actividades ejecutadas durante la exploración.

Consideración Jurídica

Es importante disponer desde la etapa de exploración de un diagrama de circularidad, que busque la aplicación efectiva al momento de dar manejo a los residuos, materiales sobrantes y a los diferentes flujos producidos durante esta etapa. Para el efecto se deberá tener en cuenta el Estándar Colombiano de Recursos y Reservas Minerales y, de otra parte, la planeación como herramienta de gestión, contemplada actualmente en la Guía Técnica Colombia GTC-314 de ICONTEC, permitirá al sector minero acogerlo para su aplicación.

PERFORACIÓN

Entradas

- **Equipos (taladros):** combustible, lubricantes, repuestos
- **Insumos:** agua, energía
- **Recurso humano:** elementos de protección, alimentos y bebidas

Salidas

- **Ripio**
- **Corazonado**
- **Agua residual**
- **Lodos**
- **Residuos orgánicos aprovechables, no aprovechables y residuos peligrosos**

APIQUES, TRINCHERAS & TÚNELES EXPLORATORIOS

Entradas

- **Equipos** (Excavadora)
- **Insumos y materiales** (pico y pala, madera)
- **Recurso humano:** elementos de protección, alimentos y bebidas

Salidas

- **Material estéril**
- **Agua residual**
- **Residuos orgánicos aprovechables, no aprovechables y residuos peligrosos**



Lineamiento 2

Definir y caracterizar el depósito mineral



Componente

Caracterización de la roca y del mineral



Alcance

Determinar las características físicas y mineralógicas de las rocas y minerales presentes.



Información Requerida

- Tipo de roca
- Tipo de mineral
- Mineralización y alteraciones
- Análisis mineralógico

Consideración Jurídica

Es desde la misma etapa de exploración que se propone caracterizar el mineral, sus características mineralógicas y otras, con el fin no solo de determinar si es un mineral económicamente explotable y comercializable, sino también con el fin de determinar si los minerales adheridos o adyacentes a éste, pueden ser igualmente económicamente explotables, pero ya desde el punto de vista de otra opción comercial o negocio de economía circular. Lo anterior, en aplicación al artículo 61 de la Ley 685 de 2001, que establece los minerales que comprenden la concesión que serán además de los comprendidos en el contrato, los que se hallen en liga íntima o asociados o se obtengan como subproducto de la explotación.

¿Cómo y para qué determinar las características físicas y mineralógicas?

➤ PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

En las áreas o zonas a explorar se debe recoger de manera selectiva el material, estableciendo un orden de muestreo espacialmente representativo de los diferentes tipos de roca a intervenir.

➤ MANEJO SELECTIVO DEL MATERIAL

Toma de muestras provenientes de las rocas encajantes o de los respaldos. Recolección de muestras en núcleos, afloramientos, túneles exploratorios.

➤ MINERALIZACIÓN

Determinar mediante análisis físico, la litología, todo tipo de mineralización y las alteraciones presentes en la roca estéril.

➤ ANÁLISIS MINERALÓGICO

Análisis petrográfico, mediante secciones delgadas, con el fin de determinar minerales presentes.



Lineamiento 2

Definir y caracterizar el depósito mineral



Componente

Caracterización geoquímica de los materiales.



Alcance

Determinar las condiciones geoquímicas de las rocas presentes.



Información Requerida

- Tipos de rocas
- Potencial de acidez
- Potencial de neutralización
- Elementos contaminantes

Consideración Jurídica

Es desde la misma etapa de exploración que se propone la caracterización geoquímica de las rocas presentes, el mineral, con el fin no solo de determinar si es un mineral económicamente explotable y comercializable, sino también con el fin de determinar si los minerales adheridos o adyacentes a este pueden ser igualmente económicamente explotables pero ya desde el punto de vista de otra opción comercial o negocio de economía circular, lo anterior, en aplicación al artículo 61 de la Ley 685 de 2001. De igual manera, establecer el manejo de los elementos traza y de los elementos contaminantes que podrían generar afectación, para lo cual se deberá dar aplicación a los términos del Programa de Trabajos y Obras como a lo establecido en los términos para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

¿Cómo y para qué definir las condiciones geoquímicas?

➤ PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

En las áreas o zonas a explorar se debe recoger de manera selectiva el material, estableciendo un orden de muestreo espacialmente representativo de los diferentes tipos de suelo y roca a intervenir.

➤ MANEJO SELECTIVO DEL MATERIAL

Toma de muestras provenientes de las rocas encajantes o de los respaldos. Recolección de muestras en núcleos, afloramientos, túneles exploratorios.

➤ ANÁLISIS

Determinar concentración de sulfuros y minerales y potencial de acidez y neutralización, detallando los elementos traza presentes y los elementos contaminantes, como As, Cd, Hg, Zn, entre otros.



Lineamiento 3

Realizar la planeación y diseño, que contemple entradas y salidas de los procesos a desarrollar en las siguientes etapas



Componente

Definición del diseño del método de explotación más apropiado.



Alcance

Determinar según el método de explotación las actividades genéricas que podrían ejecutarse durante la operación minera.



Información Requerida

- Tipo de mineral
- Geometría general de la explotación
- Profundidad
- Recursos minerales
- Calidad del mineral

¿Cómo determinar el método de explotación?

- Mayor aprovechamiento de recursos, aplicando el Estándar Colombiano de Recursos y Reservas Minerales.
- Determinar el sistema y el método de explotación del proyecto minero, según clasificación de UPME (2015).
- Descripción del método o secuencia de la explotación, en cielo abierto, en minería subterránea, por dragado o por extracción en lecho aluvial (métodos manuales o dársenas)
- Diseño geométrico de la explotación y descripción de las operaciones unitarias

Consideración Jurídica

La correcta caracterización del depósito mineral y la rigurosa planeación del diseño minero, permiten elegir de manera correcta el método de explotación que va a redundar en eficiencia al momento de dar manejo y gestión al estéril a producir, acciones que se ven reflejadas en los instrumentos tanto técnico como ambiental en aplicación de la Ley 685 de 2001 y las Guías Minero ambientales acogidas mediante Resolución 180861 y normas concordantes, las cuales son las normas que regulan lo pertinente al Programa de Trabajos y Obras – PTO y el Estudio de Impacto Ambiental -EIA para llegar a la aprobación de un instrumento ambiental, así mismo las normas o políticas del orden nacional que permitan la aplicación de negocios circulares como la Guía Técnica Colombiana GTC 314 del ICONTEC.



Lineamiento 3

Realizar la planeación y diseño, que contemple entradas y salidas de los procesos a desarrollar en las siguientes etapas



Componente

Selección y definición del sitio.



Alcance

Determinar las áreas a intervenir para extracción, centros de acopio y obras, y los sectores sin intervención.



Información Requerida

- Tipos de roca y mineral
- Zonas de mineralización y alteraciones
- Recursos aprovechables
- Calidad del recurso mineral
- Zonas de elementos contaminantes

¿Cómo determinar los sitios adecuados?

➤ SITIO DE EXTRACCIÓN Y CENTROS DE ACOPIO

Planificación y diseño de área de extracción y centros de acopio, estableciendo método de disposición del material, la secuencia de llenado y los volúmenes de material a depositar y distribución del material.

➤ SITIOS PARA OBRAS

Planeación y diseño de obras y disposición de capa vegetal, que no lleve a la afectación de recursos minerales.

➤ SITIO DE SECTORES SIN INTERVENIR

Determinar la presencia de cuerpo mineralizado. Se debe disponer de información sobre coordenadas, nivel, recursos, mineralizaciones, densidad, leyes.

Consideración Jurídica

La ley 685 de 2001 determinó desde el artículo 82 al 84 la delimitación de las áreas que se van a intervenir con los trabajos y obras de explotación y las obras que son necesarias, para el acopio, transporte, transformación y beneficio y ambientales, señalando de vital importancia los cálculos de reservas, la ubicación, igual que la producción esperada, donde se permite la retención de áreas siempre y cuando se informe a la autoridad minera, áreas que podrán ser exploradas y posteriormente incluirlas como áreas de explotación solicitando la modificación al PTO y a la Licencia Ambiental. Finalmente, el artículo 84 señala los elementos y documentos que debe contener el PTO que se presentará una vez venza el término de la etapa de exploración, documentos donde se indica cómo se desarrolla el proyecto minero, donde en éste es factible incluir las acciones tendientes al manejo y gestión del estéril el cual debe ser concordante con la que se presentará a la autoridad ambiental en el Estudio de Impacto Ambiental.



Lineamiento 3

Realizar la planeación y diseño, que contemple entradas y salidas de los procesos a desarrollar en las siguientes etapas



Componente

Planificación del proceso de extracción del mineral y material no aprovechable.



Alcance

Establecer los planes de manejo eficiente de los recursos minerales y material no aprovechable.



Información Requerida

- Cantidad y tipo de mineral a extraer
- Cantidad y tipo de material a excavar, que se utilizaría en construcción
- Cantidad y tipo de material a excavar, que se utilizaría en llenado
- Cantidad y tipo de tierras o suelos a remover y almacenar
- Cantidad de residuos a recuperar o reutilizar
- Cantidad y tipo de material secundario

¿Cómo establecer los planes de manejo?

▶ PLANIFICACIÓN DE LA EXTRACCIÓN

Se tendrá en cuenta el sistema de explotación, con clasificación y manejo selectivo del mineral a extraer, del material estéril y de los suelos a disponer.

▶ DISTRIBUCIÓN DEL MATERIAL

Se debe hacer una planeación rigurosa de la distribución de material estéril y suelos, para su uso, así como del potencial material secundario que podría ser comercializado.

Consideración Jurídica

La ley 685 de 2001 determinó desde el artículo 82 al 84 la delimitación de las áreas que se van a intervenir con los trabajos y obras de explotación y las obras que son necesarias, para el acopio, transporte, transformación y beneficio y ambientales, señalando de vital importancia los cálculos de reservas, la ubicación, igual que la producción esperada, donde se permite la retención de áreas siempre y cuando se informe a la autoridad minera, áreas que podrán ser exploradas y posteriormente incluirlas como áreas de explotación solicitando la modificación al PTO y a la Licencia Ambiental. Finalmente, el artículo 84 señala los elementos y documentos que debe contener el PTO que se presentará una vez venza el término de la etapa de exploración, documentos donde se indica cómo se desarrolla el proyecto minero, donde en éste es factible incluir las acciones tendientes al manejo y gestión del estéril el cual debe ser concordante con la que se presentará a la autoridad ambiental en el Estudio de Impacto Ambiental.



Lineamiento 3

Realizar la planeación y diseño, que contemple entradas y salidas de los procesos a desarrollar en las siguientes etapas



Componente

Planeación de los procesos de beneficio y/o transformación.



Alcance

Establecer planes para la optimización de la planta de procesamiento, maximizando su eficiencia.



Información Requerida

- Tipo de mineral
- Mineralización y alteraciones
- Granulometría
- Modelo metalúrgico

¿Cómo determinar los planes de optimización de la planta de procesamiento?

▶ PLANEACIÓN DEL SITIO

Se debe seleccionar de manera adecuada la localización de las plantas de beneficio y/o transformación del mineral y de las áreas destinadas para el acopio de materiales.

▶ PLANEACIÓN DE LA OPERACIÓN

Proceso eficiente en la operación del beneficio o transformación de minerales, que incluye separación y el manejo de estériles y ganga.

▶ PROCESAMIENTO

Identificación del tipo de subproductos a obtener dentro del proceso de beneficio o transformación.

Consideración Jurídica

El artículo 93 de la Ley 685 de 2001 autoriza las plantas de transformación si éstas fueren indispensables, estas plantas son de vital importancia en el proceso de aplicar negocios circulares, dado que durante el procesamiento resulta un producto diferente no identificable con el mineral en su estado natural, llevará a iniciar estudios, para determinar que usos podrían darse y aprovechar económicamente el material para beneficiar bien sea desde lo interno o a la comunidad circundante en aplicación de la economía circular. Cabe resaltar que es posible desde los instrumentos técnico y ambiental determinar que opciones de manejo y gestión se dará al estéril o material producto de la explotación de mineral principal o concesionado.



Lineamiento 3

Realizar la planeación y diseño, que contemple entradas y salidas de los procesos a desarrollar en las siguientes etapas



Componente

Planeación comercial.



Alcance

Establecer las posibilidades comerciales de material secundario y/o de subproductos.



Información Requerida

- Tipo de mineral
- Cantidad y tipo de mineral secundario
- Cantidad y tipo de posibles subproductos
- Análisis mineralógico

¿Cómo determinar las posibilidades comerciales?

- Estimación de potencial mineral secundario a obtener dentro de la operación minera.
- Estimación de posibles subproductos a obtener dentro del proceso de beneficio y/o transformación.
- Identificación de posibles modelos de negocio para minerales no objeto de interés inicial, estimando el tipo y cantidad de mineral secundario y/o subproductos a requerirse en el mercado.

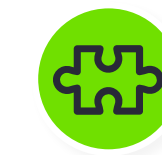
Consideración Jurídica

Respecto a la comercialización de minerales, solo podrá realizarse si estos han sido contemplados dentro de los minerales objeto de la concesión para finalmente ser extraídos y que hayan sido declaradas las regalías, además cumplir con las aprobaciones de los instrumentos minero y ambiental para ser incluidos en el listado de RUCOM sin embargo, la propuesta de solución estaría en la planeación y diseño del proyecto para cuando se presente el PTO y EIA a las autoridades, documentos en los que estén contemplados aquellos minerales que no son económicamente explotables o minerales secundarios o subproductos, pero con propiedades de ser tenidos en cuenta en negocios de economía circular, puedan ser aprobados con dichos instrumentos y tener viabilidad para una eventual comercialización.



Lineamiento 3

Realizar la planeación y diseño, que contemple entradas y salidas de los procesos a desarrollar en las siguientes etapas



Componente

Identificación de procesos genéricos de apoyo y/o facilidades para el desarrollo de las actividades del proyecto minero.



Alcance

Determinar las actividades de apoyo que se podrían realizar de manera paralela a las actividades de la operación minera.



Información Requerida

- Procesos operativos genéricos para realizar.
- Listado de actividades y recursos requeridos.

¿Cómo determinar las actividades de apoyo que serían desarrolladas?

Según las condiciones específicas del proyecto, tales como ubicación, facilidades de acceso, suministros e insumos en el entorno, disponibilidad

de recursos tales como energía, agua, disposición de residuos convencionales, especiales y/o peligrosos se deben planear las posibles actividades que se realizarían dentro del proyecto.

Los **procesos o acciones** a tener en cuenta:

- Compostaje.
- Reciclaje de residuos.
- Reducción de plásticos y envases de un solo uso.
- Paneles solares-Energías renovables .
- Recirculación de agua y reúso de agua residual tratada para riego de vías.

Consideración Jurídica

Los permisos de concesión de aguas para reúso de agua residual tratada se encuentran regulados en la Resolución 1207 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, dicha resolución señala las disposiciones que se deben tener en cuenta al momento de solicitar un permiso para llevar a cabo dicha actividad; en desarrollo del presente documento, se emitió 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 ampliando los conceptos sobre el uso y reúso del agua, la recirculación, 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. Para la aplicación de esta regulación será necesario hacer inversiones adicionales debido a que este tipo de actividades requiere altos costos en profesionales con conocimiento especializado, plantas, maquinaria y equipos tecnológicos. Por lo anterior, para los mineros que tengan disposición de adelantar proyectos que redunden en la sostenibilidad del sector minero, es importante que el Estado fortalezca y dé a conocer la reglamentación sobre el acceso a subsidios, créditos bancarios para inversión, convenios interadministrativos, etc., que faciliten su implementación en los territorios y apoyar este tipo de emprendimientos relacionados con el desarrollo de proyectos para el uso del agua residual tratada.



Lineamiento 3

Realizar la planeación y diseño, que contemple entradas y salidas de los procesos a desarrollar en las siguientes etapas



Componente

Definición del diagrama de circularidad para toda la operación minera y cierre y post cierre.

¿Cómo elaborar el **diagrama de potencialidad?**

Determinar para cada una de las etapas del ciclo minero, las actividades a generar y las entradas y salidas en términos de flujos de Energía, Agua, Residuos, Recurso Humano y demás asociados al proceso.



Alcance

Determinar los procesos con mayor oportunidad de circularidad.

Consideración Jurídica

Una correcta planeación en la etapa de cierre y post cierre en la que se identifiquen las entradas y salidas en término de flujos de residuos, energía, agua, recurso humano, permitirá su apropiado manejo y gestión de residuos y en las siguientes etapas. La planeación como herramienta de gestión en términos ambientales se encuentra contemplada actualmente en la Guía Técnica Colombia GTC-314 de ICONTEC y que permite al sector minero acogerlo para su aplicación.



Información Requerida

- Listado de actividades productivas patrón.
- Listado de actividades de apoyo genéricas.



Minera Las Brisas de Colombia
Fotos de: elcolombiano.com
Juan David Úsuga
y Jaime Pérez Munévar

Potencial generación de
circularidad en la etapa de

Construcción & Montaje



Lineamiento 1

Ejecutar el plan de obras para el proyecto



Componente

Implementación del plan de obras y clasificación del material de manera diferenciada.



Alcance

Acopio y manejo eficiente de estériles, materia orgánica y sobrantes para garantizar su posterior uso.



Información Requerida

- Tipo y volumen de roca excavada
- Mineralización del material extraído
- Tipo y volumen de capa vegetal
- Elementos contaminantes de interés

¿Cómo realizar el manejo eficiente de materiales?

▶ PLANIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

En las obras de excavación u otros procesos de movimiento de tierras se debe establecer un orden de operación y coordinar posteriormente su depósito, ya sea de carácter temporal o permanente.

▶ MANEJO SELECTIVO DEL MATERIAL

Separación del material, haciendo un manejo selectivo del mismo previo a su depósito, mediante la clasificación de los materiales y los volúmenes de estéril y capa vegetal a remover, determinando la presencia de elementos contaminantes.

▶ REALIZACIÓN DE OBRAS

Ejecutar las instalaciones mineras y auxiliares del proyecto y determinar los recursos requeridos, relacionados con suministro de agua y energía, manejo de aguas residuales, disposición de residuos convencionales y residuos peligrosos.

Consideración Jurídica

Una vez aprobado el Programa de Trabajos y Obras por parte de la autoridad minera se debe implementar su ejecución desde la etapa de construcción y montaje, en dicho documento se debieron incluir los aspectos relevantes sobre los valores, volúmenes de minerales y cantidad de producción no solo del mineral sino también del estéril generado producto de la extracción tal como lo señala el artículo 84 de la Ley 685 de 2001 y los determinan las Guías Minero Ambientales, que serán las normas bajo las cuales se rigen para adelantar trámites que afecten este instrumento y la licencia ambiental. Una vez determinada la ejecución del PTO se debe implementar el diseño para el acopio del mineral y del estéril para que puedan ser medibles y determinar el uso que se le dará, no solo en las siguientes etapas sino también en proyectos externos que redunden en negocios circulares, que igualmente fueron señalados en el PTO y EIA para su aprobación teniendo en cuenta las normas.



Lineamiento 2

Realizar inventario de estériles, de materia orgánica y sobrantes al finalizar la etapa



Componente

Caracterización detallada para determinar su adecuada gestión en las siguientes etapas del ciclo minero.



Alcance

Establecer según su tipo, volumen y características las posibilidades de implementación de medidas de Economía Circular (Reducir- Reusar- Reciclar).



Información Requerida

- Tipo y volumen de material estéril
- Tipo y volumen de materia orgánica
- Tipo y cantidad de sobrantes
- Tipo y cantidad de residuos de la actividad constructiva
- Tipo y cantidad de residuos peligrosos y no peligrosos

¿Cómo determinar el inventario y la caracterización para una adecuada gestión?

➤ SITIO DE EXTRACCIÓN Y CENTROS DE ACOPIO

Planificación y diseño de área de extracción y centros de acopio, estableciendo método de disposición del material, la secuencia de llenado y los volúmenes de material a depositar y distribución del material.

➤ SITIOS PARA OBRAS

Planeación y diseño de obras y disposición de capa vegetal, que no lleve a la afectación de recursos minerales.

➤ SITIO DE SECTORES SIN INTERVENIR

Determinar la presencia de cuerpo mineralizado. Se debe disponer de información sobre coordenadas, nivel, recursos, mineralizaciones, densidad, leyes.

A continuación, se listan a manera de guía las principales actividades en las que pueden implementarse estrategias de economía circular relacionadas con el proceso de excavación y construcción.

- **Excavación y movimiento de tierra (Reúso):** El producto de excavación y movimiento de tierra debe ser conservado, tratado para el reúso en labores de restauración y control de erosión.



Lineamiento 2

Realizar inventario de estériles, de materia orgánica y sobrantes al finalizar la etapa

- **Voladura (Reducción):** Diseño eficiente de la voladura para reducir el consumo de explosivos. Uso eficiente de recursos.
- **Cargue de mineral y estériles (Reducción):** Se puede evaluar la posibilidad de uso de otro tipo de energías (diferentes a combustibles fósiles) p.ej. energía eléctrica con el fin de reducir las emisiones de gases.
- **Disposición temporal o final de estériles (Reducción- Reúso- Reciclaje):** Reducir la disposición de estériles a través de la posibilidad de su reúso en la disposición en sitios de reconformación geomorfológica y / o de reciclaje como materia prima en otro proceso productivo.
- **Construcción de instalaciones mineras y auxiliares:**
 - (Reducción):** Desarrollo de campañas para el ahorro y uso eficiente de agua y energía.
 - (Reducción):** Uso de energías renovables no convencionales
 - (Reducción - Reúso - Reciclaje):** Programas de gestión integral de residuos sólidos (orgánicos, convencionales, peligrosos, especiales).
 - (Reducción):** Campañas para reducción en el consumo de empaques y envases de un solo uso.

Consideración Jurídica

La normatividad ambiental permite el desarrollo de las actividades descritas anteriormente, sin embargo, respecto a la disposición final del estéril no está contemplado en la normativa de manera expresa lo que lleva a la aplicación de otras normas, bien sea por vacío de la misma o remisión directa de ésta. Otra opción será la de señalar en el Estudio de Impacto Ambiental las posibles gestiones sobre economía circular, para que la autoridad ambiental sea quien apruebe a través del instrumento ambiental su aplicación y desde el punto de vista minero, es recomendable que el planeamiento minero, es decir, en el Programa de Trabajos y Obras se establezcan igualmente que tipo de proyectos de carácter ambiental se contemplan para la disposición de dichos estériles, con el fin de obtener un pronunciamiento técnico y jurídico que permita dar avance en la aplicación del modelo de economía circular sin tropiezos y las autoridades estén en línea con sus pronunciamientos.

Potencial generación de circularidad en la etapa de **Explotación**



Lineamiento 1

Ejecutar el planeamiento minero (optimización de la explotación del mineral - reducción de pérdidas)



Componente

Operación y desarrollo eficiente de la etapa de explotación



Alcance

Realizar la explotación de acuerdo con lo que se determinó en el planeamiento minero, en donde se optimice la extracción del mineral y la reducción de pérdidas.



Información Requerida

Datos estadísticos relacionados con:

- Ciclos, tiempos y movimientos
- Consumos de energía
- Uso de recursos
- Compra de insumos
- Requerimientos de talento humano
- Costo de la explotación minera

¿Cómo se **optimiza** el proceso de explotación?

- Evaluar el proceso minero tradicional frente a la tecnología e innovación disponible en el mercado y a las acciones que deban implementarse para reducir la tasa de pérdida de minerales. De ser necesario ajustar el planeamiento minero con base en las actividades de explotación que inician o que ya se están ejecutando en el tiempo.
- Realizar un programa permanente de muestreo y análisis mineralógico y geoquímico tanto del material extraído como de los estériles, para identificar características que puedan ser determinantes para usos futuros de éstos.
- Para el caso de los depósitos de estériles se deben registrar entre otros datos: método de disposición del material, edad del depósito, volúmenes y secuencia de llenado, así como algunas observaciones que se consideren pertinentes para conocer las características del depósito y de los materiales.

Consideración Jurídica

El Código de Minas, los términos de referencia y las guías minero-ambientales expedidas por las autoridades minera y ambiental, así como las normas expedidas en la última década sobre el manejo de residuos para el aprovechamiento económico de los mismos. Los instrumentos técnico y ambiental aprobados, determinan el planeamiento minero en el que se incluyeron todas las actividades señaladas con el fin de ejecutarlas sin limitantes, entre ellas conocer previamente la disposición frente al estéril generado y cuáles serán los usos que se darán, bien sea internamente o en beneficio de la comunidad aledaña, todos desde un punto de vista de economía circular, con opciones de negocios circulares que generen no solo a la industria minera sino también aportes desde lo social, ambiental y económico a las regiones.



Lineamiento 2

Identificar todos los procesos desarrollados en la etapa de explotación y determinar los flujos de entradas y salidas en cada uno (metabolismo industrial)



Componente

Identificación y descripción de actividades de extracción.



Alcance

Determinar de manera detallada los flujos de materiales, energía, agua, recurso humano y demás asociados a cada actividad de extracción.



Información Requerida

Planeamiento minero con el fin de listar las actividades de extracción de acuerdo con el proyecto minero y el método de explotación elegido.

¿Cómo se determinan las actividades conexas a la extracción?

Para el proceso de extracción es pertinente analizar cada una de las actividades desarrolladas e identificar los posibles cambios que podrían implementarse relacionados con la economía circular. Se deben determinar claramente los recursos que se utilizarán en cada una de las actividades de explotación (maquinaria y equipos), infraestructura de soporte minero (vías), insumos (elementos de voladura) y determinar si en cada actividad o proceso de la extracción es posible racionalizar el uso de los recursos requeridos.

Minería a Cielo Abierto

A) Preparación

Remoción de capa vegetal y estériles.
Equipos: Buldócer/ Mototraíllas.

B) Arranque

Remoción de estéril / Explotación de mineral
Equipos: Forma directa / mecánica (Excavadora, Pala frontal, buldócer) o con voladura que requiere un perforador (en caso de necesitar fragmentar los materiales, previo al cargue)

C) Cargue

Mineral/ estéril
Equipos: Cargador/Excavadora/Draga

D) Transporte

Mineral de interés / Estéril
Equipos: Banda transportadora / Volquetas rígidas, articuladas

E) Acopio

Almacenamiento en pila, silos
Equipos: Volquetas rígidas, articuladas

F) Disposición de estériles en escombreras o botaderos

Disposición de estéril
Equipos: Volquetas rígidas, articuladas /Buldócer/ Compactador



Lineamiento 2

Identificar todos los procesos desarrollados en la etapa de explotación y determinar los flujos de entradas y salidas en cada uno (metabolismo industrial)

Minería Subterránea

A) Preparación

Labores principales: subniveles, diagonales, tambores, perforación, voladura, cargue, transporte, entibado (sostenimiento). Prolongación de instalaciones: tuberías, rieles, ventilación. Transporte de suministros: cables o manual.

B) Arranque

Arranque, Cargue y transporte dentro del tajo. Entibación (sostenimiento).

C) Almacenamiento, cargue y transporte en galerías principales

Remoción, cargue y transporte de material de interés y estéril

E) Almacenamiento fuera de la mina y transporte externo

Remoción, cargue y transporte de material de interés y estéril

Material de Arrastre o aluviones

A) Hidráulica

Fragmentación del material de interés.

D) Dragado

Extracción de cargue del mineral de interés.

ENTRADAS

RECURSO HUMANO (operarios de maquinaria, auxiliares, personal administrativo)	Elementos de protección personal EPP
	Alimentos y bebidas
	Unidades sanitarias / instalaciones operativas
MAQUINARIA & EQUIPOS (martillos neumáticos, etc)	Combustibles y lubricantes
	Repuestos
INSUMOS & RECURSOS (pico y pala, maderas, palancas, compuertas, tolvas, etc)	Explosivos
	Energía Eléctrica
	Agua
	Repuestos

SALIDAS

CRUDO DE MINA Agua residual	Residuos Orgánicos Residuos aprovechables (restos de comida)	Residuos Reciclables Plástico, cartón, vidrio, papel, metales
	Residuos especiales Llantas	
MATERIAL ESTÉRIL Residuos	Residuos no aprovechables Residuos de unidades sanitarias, servilletas, papeles y cartones contaminados con comida, plásticos de un solo uso.	Residuos peligrosos Elementos impregnados con hidrocarburos, aceite usado, baterías, luminarias, EPP, RAEE.



Lineamiento 2

Identificar todos los procesos desarrollados en la etapa de explotación y determinar los flujos de entradas y salidas en cada uno (metabolismo industrial)



Componente

Identificación y descripción de actividades de beneficio y/o transformación



Alcance

Determinar de manera detallada los flujos de materiales, energía, agua, recurso humano y demás asociados a cada actividad de beneficio y/o transformación desarrollada.



Información Requerida

- Planeamiento minero
- Descripción de operaciones unitarias para el procesamiento del mineral (trituración, lavado, filtración, separación, magnética, concentración por gravedad, lixiviación, flotación, refinación, fundición, entre otras)
- Consumo de reactivos e insumos en cada fase del beneficio y transformación (sustancias químicas), cantidad de material procesado y cantidad de mineral recuperado.

¿Cómo se determinan las actividades conexas al beneficio [B] y/o transformación [T]?

- Analizar cada una de las actividades desarrolladas e identificar los posibles cambios relacionados con la economía circular que podrían implementarse.
- Establecer claramente los recursos que se utilizarán en cada una de las actividades a desarrollar.

A continuación, se presentan las principales actividades relacionadas con el proceso de beneficio y/o transformación, en donde podrían desarrollarse acciones para implementar la economía circular.

Lavado [B]

El agua a presión disgrega los materiales y la zaranda separa los materiales (gruesos y finos). *Equipos:* Zarandas vibratorias

Conminución [B]

Golpear o friccionar el material donde se encuentra el mineral de interés para reducirlo de tamaño / Llevarlo a un tamaño que permita manejarlo en la siguiente operación unitaria. *Equipos:* Para trituración: Trituradora (primaria, secundaria, terciaria) / Para molienda: Molinos de pistones, rotatorios

Homogenización [B]

Distribuir los materiales triturados o molidos con mecanismos de alimentación, permitiendo una granulometría uniforme. *Equipos:* Silos para homogenizar el material aprovechando la gravedad. Se puede hacer en seco o en húmedo.



Lineamiento 2

Identificar todos los procesos desarrollados en la etapa de explotación y determinar los flujos de entradas y salidas en cada uno (metabolismo industrial)

Clasificación [B]

Las partículas en un fluido adquieren una velocidad porque se someten a una fuerza exterior, haciendo que los finos se separen de los gruesos / En mallas, someter los materiales a vibración para su clasificación por tamaño. *Equipos:* En fluido: hidrociclones, norias, tornillo sinfín / En mallas: zarandas con mallas finas

Concentración [B]

Aprovechando las propiedades de los minerales (densidad, flotabilidad, magnetismo) se hace una concentración del mineral de interés, liberándolo del material estéril. *Equipos:* Un diseño industrial que permita hacer el proceso de concentración de acuerdo con las variables a controlar: pH, tiempo de permanencia de la pulpa para lograr el objetivo, tipo y cantidad de reactivo, densidad de la pulpa, temperatura, calidad de agua.

Hidrometalurgia [T]

Se puede hacer por:

Método de Lixiviación: autoclave, percolación, agitación.

Agente lixivante: (cianuro, bacterias)

Método de recuperación: con zinc, con carbón activado.

Equipos: Diseño industrial en laboratorio

Pirometalurgia [T]

Se puede hacer por:

Tostación / Calcinación / Coquización / Fundición / Cocción / Secado / Refinación

/ Purificación / Clarificación / Precipitación / Amalgamación / Aglomeración /

Fundición / Refinado / Clinkerización/ Coquización.

Equipos: Diseño industrial en laboratorio

Consideración Jurídica

En la etapa de explotación es donde se concentra principalmente la actividad minera, por ende donde se generan la mayor cantidad de residuos y estériles, es en este momento igualmente en que se busca ejecutar los diagramas de circularidad diseñados en etapas previas, teniendo claro que y como se gestionarán, bajo que modelo de negocio circular se iniciará, acogiendo entonces las normas aplicables a cada caso con el fin de contribuir con la efectiva racionalización y sostenibilidad tanto económica, como social y ambiental.

Una vez el mineral se encuentra en la planta de transformación, se han separado los minerales de los subproductos, si fácilmente se caracterizan se clasificarán para su reúso o reciclado. Si es desde la minería como un subproducto pero se encuentra que puede ser económicamente explotable, la Ley 685 de 2001 en su artículo 62 permite iniciar los trámites para ser incluido como un mineral y correrá la suerte del mineral inicialmente concesionado; si la propuesta de negocio es de los negocios circulares se dará aplicación a las normas ambientales que se determinará de acuerdo al tipo de residuo; ejemplo: Resolución 472 de 2017 modificada por la Resolución 1257 de 2021 para el manejo y aprovechamiento de residuos de construcción, o buscar alternativas de simbiosis industrial con títulos contiguos como por ejemplo para mejorar la eficiencia en el uso de aguas residuales tratadas se deberá observar lo señalado en la Resolución 1207 de 2014 modificada por la Resolución 1256 de 2021.

3 Explotación



Lineamiento 3

Determinar los procesos susceptibles de implementación de prácticas para Reducir, Reusar y/o Reciclar



Componente

Definición de las actividades en donde se pueden implementar prácticas para Reducir, Reusar y/o Reciclar (RRR).



Alcance

Implementar medidas para reducir, reusar y/o reciclar los recursos y/o residuos.



Información Requerida

Caracterización de las actividades desarrolladas para cada proceso definiendo las entradas y salidas de cada una de ellas.

¿Cómo se identifican los procesos en la etapa de explotación que son susceptibles para implementar prácticas de RRR?

Se debe someter cada actividad a un análisis detallado de mano de obra, insumos, materiales, recursos, maquinaria, equipos y materias primas a utilizar, que permita estudiar la posibilidad de cambios tanto en actividades como en tecnología y/o en consumo de recursos que conduzcan a la disminución tanto de pérdidas como en la generación de residuos, así como en un impacto positivo frente a la rentabilidad de la actividad minera. Se deben cuantificar en términos económicos las ventajas que se pueden obtener con las mejoras en el proceso bien sea por cambio de tecnología y/o implementación de mejores prácticas, determinando además el tiempo en el cual se cumplirían las metas y en el caso de la nueva tecnología el tiempo en el que se pagaría.

A continuación, se listan a manera de guía las principales actividades en las que pueden implementarse estrategias de economía circular relacionadas con los procesos de extracción, beneficio y transformación.

Actividades en el Proceso de Extracción

ACTIVIDAD	POSIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE RRR	
Desmote y descapote	(Reúso) El producto de desmote y descapote debe ser conversado, tratado para el reúso en la etapa de cierre del proyecto, en labores de restauración, siembra de especies para evitar erosión y disminuir impacto paisajístico.	
Perforación	(Reúso) Los elementos de desgaste como brocas de perforación pueden ser reusados a través de técnicas de afilamiento. (Reducción) Se pueden utilizar elementos refrigerantes y lubricantes amigables con el medio ambiente o de bajo impacto ambiental (reducción de contaminación).	
Voladura	(Reducción) Diseño eficiente de la voladura para reducir el consumo de explosivos (uso eficiente de recursos).	
Cargue de mineral y estériles	(Reducción) Se puede evaluar la posibilidad de uso de otro tipo de energías (diferentes a combustibles fósiles) ej. energía eléctrica a través de paneles solares con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero – GEI: Dióxido de carbono (CO ₂), Metano (CH ₄), Óxido nitroso (N ₂ O).	
Transporte de mineral y estériles	(Reducción) Se puede a través de la implementación de tecnología y el uso de elementos que eviten el tránsito de maquinaria que genera emisiones, ej. transportar el mineral y el estéril a través de bandas que trabajen con energía eléctrica.	
Entrega de mineral al proceso de beneficio	(Reducción) A través de uso de tecnologías innovadores, ej. generar la entrega por medio de mecanismos que eviten el uso de combustibles fósiles y se haga por medio de montajes que funcionen con energías renovables no convencionales.	
Disposición temporal o final de estériles	(Reducción - Reúso - Reciclaje) Reducir la disposición de estériles a través de la posibilidad de su reúso en la disposición en sitios de reconformación geomorfológica que vayan en línea con el plan de cierre y/o reciclaje como materia prima en otro proceso productivo.	
Actividades de soporte a la explotación	Laboratorio	(Reciclaje) Gestión de residuos generados del análisis de los minerales provenientes de la mina y/o molinos y pruebas metalúrgicas (ej. escorias para hacer concretos de las obras civiles al interior de la mina)
	Red eléctrica	(Reciclaje) Gestión de residuos generados al momento de cambio de elementos de la red eléctrica tales como RAEE (ej. transformadores, bancos de condensadores)
	Red de bombeo	(Reúso) Gestión de residuos generados al momento de cambio de elementos de la red de bombeo (ej. bombas, motores)
	Ventilación	(Reúso) Gestión de residuos generados al momento de cambio de elementos de la red de aire comprimido (ej. ventiladores)
	Sostenimiento	(Reúso - Reciclaje) Gestión de residuos generados al momento de cambio de elementos de sostenimiento (arcos de acero, pernos, mallas, perfiles, madera en el caso del sostenimiento con puertas)

Actividades en el Proceso de Extracción

ACTIVIDAD	POSIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE RRR
Actividades de apoyo Funcionamiento de instalaciones administrativas Taller de mantenimiento / Acopio de combustibles y lubricantes Casino Campamento	(Reducción - Reúso - Reciclaje) <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de campañas para el ahorro y uso eficiente de agua y energía (Reducción) Uso de energías renovables no convencionales (Reducción) Programas de gestión integral de residuos sólidos (orgánicos, convencionales, peligrosos, especiales) (Reducción - Reúso - Reciclaje) Evaluar la posibilidad de valorización energética de residuos (Combustibles derivador de residuos (CDR). Este aprovechamiento hace referencia al uso de tecnologías para la generación de energía en forma de calor, electricidad o combustibles alternativos coo biogás, a partir del tratamiento térmico o biológico de residuos (Reciclaje). Campañas para reducción en el consumo de empaques y envases de un solo uso. (Reducción) Programas de post-consumo: baterías plomo ácido, pilas y/o acumuladores, llantas usadas, bombillas, residuos de aparatos eléctricos (RAEE), envases y empaques (Reúso - Reciclaje) Gestión integral de aceites usados (Reducción - Reúso - Reciclaje)

Actividades en el Proceso de Beneficio

ACTIVIDAD	POSIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE RRR
Lavado	Sí (Reúso) Gestión para la reutilización del agua del proceso. Sí (Reúso) Gestión de lodos del proceso de lavado para su reutilización en el cierre del proyecto (relleno)
Conminución	Sí (Reúso) Gestión de los materiales que de acuerdo con su granulometría no pueden continuar en el proceso de beneficio, para su posterior uso en labores relacionadas con el plan de cierre (relleno).
Homogenización	Sí (Reúso) Gestión de materiales que de acuerdo con su granulometría y diseño de los procesos siguientes en beneficio y comercialización deben descartarse (ej. uso en el relleno, disposición de estériles en escombrera – botadero para ejecutar el plan de cierre)
Clasificación	Sí (Reúso) Gestión de materiales que de acuerdo con su granulometría y diseño de los procesos siguientes en beneficio y comercialización deben descartarse (ej. uso en el relleno, disposición de estériles en escombrera – botadero para ejecutar el plan de cierre)
Concentración	Sí (Reúso) Gestión de materiales que por sus características físicas no son concentrados (ej. uso en el relleno, disposición de estériles en escombrera – botadero para ejecutar el plan de cierre).

Actividades en el Proceso de Transformación

ACTIVIDAD	POSIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE RRR
Hidrometalurgia	Sí (Reúso) Gestión para la reutilización del agua del proceso. Sí (Reúso) Gestión de sólidos generados para reincorporarlos en el proceso.
Pirometalurgia	Sí (Reúso) Gestión de lodos generados que pueden reincorporarse en el proceso. Sí (Reúso) Posible gestión de recuperación de otro tipo de minerales asociados en pequeña escala.

MEJORES PRÁCTICAS

La Comisión Europea (2019) desarrolla orientaciones y promueve las mejores **prácticas en materia de Planes de Gestión de Residuos Extractivos** y, en el marco de su gestión, ha definido las siguientes prácticas que se centran en la gestión de recursos aplicada en el sector extractivo que puede desempeñar un papel central en la economía circular y que tienen relevancia y aplicabilidad en el contexto colombiano.

1 ROMPIMIENTO EFICAZ DE ROCAS

El aflojamiento de la roca se realiza tradicionalmente mediante excavadoras mecánicas o mediante perforación y voladura. Una selección óptima de revestimientos de pared mecanizados y de máquinas mineras depende de las condiciones geológicas y geotécnicas esperadas, lo que lleva a una extracción más específica y, como consecuencia, a la producción eficiente y la reducción de residuos. El mismo principio se aplica a la estrategia y técnica de voladura.

2 TRANSPORTE EFICIENTE

La red de acceso y transporte de la mina y la elección de un equipo de transporte adecuado y la técnica es un problema de optimización multidimensional que debe tenerse en cuenta en la fase de diseño. Optimizando el camino (subterráneo o de superficie transporte utilizando camiones o cintas transportadoras) por lo general conduce a uso eficiente de la energía, menos perturbación del entorno y en algunos casos reduce la cantidad de roca a excavar.

3 CLASIFICACIÓN EFECTIVA Y PROCESAMIENTO SELECTIVO DE MINERALES

La separación de las fracciones de procesamiento maximiza la eficiencia del beneficio y puede, en algunos casos, reducir la nocividad de los residuos extractivos

producidos. Una mejor separación *in situ* del mineral de los desechos de extracción significa ocasionalmente la prevención de generación de desechos y mejor gestión de residuos extractivos.

4 USO EFECTIVO DE MATERIALES EXCAVADOS

A) Relleno de huecos con material excavado. La devolución de los materiales extraídos en huecos de excavación se presenta como la mejor práctica ya que contribuye a la prevención y/o reducción de la generación de residuos extractivos.
 B) Minerales de construcción como materiales comercializables a partir de desechos de extracción. La sobrecarga y la roca estéril pueden recuperarse para la producción de agregados y dar lugar a una reducción de los volúmenes de residuos extractivos.

5 GESTIÓN EFICAZ DE LA CAPA SUPERFICIAL DEL SUELO

Volver a colocar la capa superior del suelo después del cierre del proyecto, si esto no es factible reutilizar la capa superior del suelo en otro lugar (por ejemplo, con fines de jardinería y revegetación) fortalece la aplicación de los principios de la Economía Circular.

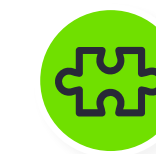
6 PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LA ELIMINACIÓN Y RECUPERACIÓN

Residuos de escaso valor originalmente, se someten a procesos de recuperación para obtener productos totalmente calificados.

TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE FLUJO
Reducción	Reducción de pérdidas de mineral	Flujo de residuos
	Mejoras en la eficiencia del proceso productivo	Flujo de energía/ residuos/agua
	Mejoras tecnológicas dentro del proceso	Flujo de energía/ residuos/agua
Reúso	Aprovechamiento de minerales de los estériles	Flujo de residuos
	Uso de desmonte y descapote para reconfiguración morfológica	Flujo de residuos
	Uso de capa orgánica (tierra negra) para reconfiguración morfológica	Flujo de residuos
	Uso de estériles para vías	Flujo de residuos
	Uso de estériles como material de relleno en labores subterráneas abandonadas	Flujo de residuos
	Uso de estériles para Reconfiguración morfológica	Flujo de residuos
	Uso de agua recirculada para el riego de vías	Flujo de agua
	Reúso de agua residual tratada	Flujo de agua
	Recirculación de agua para lavado de material	Flujo de residuos
	Compostaje de residuos orgánicos	Flujo de residuos
Reciclaje	Uso de suelos	Flujo de residuos
	Reciclaje de residuos convencionales (plástico, papel, cartón)	Flujo de residuos
	Reciclaje de residuos del proyecto minero (llantas usadas, chatarra de hierro)	Flujo de residuos
	Residuos de minerales en estériles de beneficio como materia prima para otros procesos	Flujo de residuos
	Uso de estériles como materiales de construcción (baldosas, ladrillos, estuco para fachaletas)	Flujo de residuos



Lineamiento 4 Caracterizar los sobrantes de la operación minera



Componente

Caracterización detallada de los estériles y/o relaves.



Alcance

Definir usos dentro del proceso o para aprovechamiento total o parcial (reúso/ reciclaje) en posibles modelos de negocio circular.



Información Requerida

- Revisión del planeamiento minero desarrollado
- Ubicación y descripción detallada de zonas de disposición de materiales
- Tipo de material dispuesto

¿Cómo se deben caracterizar los estériles y/o relaves?

- Realizar la caracterización mineralógica y geoquímica de los estériles y/o relaves con el fin de conocer si existe la posibilidad de aprovecharlos económicamente a partir de su procesamiento.

- Desarrollo de un programa de muestreo y análisis físico, químico y mineralógico del material estéril y/o relave depositado en el proyecto. Las pruebas pueden ser: tamaño de partícula, química por óxidos, difracción por rayos X. De esta manera se puede determinar su aprovechamiento, definiendo su rentabilidad.

- Para el caso de los depósitos de estériles se deben conocer entre otros datos: el método de disposición del material, edad del depósito, volúmenes y secuencia de llenado, así como algunas observaciones que se consideren pertinentes para conocer las características del depósito y de los materiales.

Consideración Jurídica

Respecto a la caracterización del sobrante es una acción que se encuentra definida desde el momento de la planeación, sin embargo, en la etapa de explotación pueden surgir nuevos subproductos que deban ser caracterizados con el fin de determinar su uso, proceso que se realizará cuando llegue a la transformación y beneficio del mineral, acciones estas que están determinadas en los instrumentos técnico y ambiental. Como se ha venido señalando, en cumplimiento de las disposiciones de la Ley 685 de 2001, las Guías minero ambientales señalan que se debe tener una escombrera para disponer del mineral y el estéril, igualmente un lugar en el que se dispongan los residuos productos de toda la actividad minera, será desde allí que se clasifiquen con el fin de determinar su finalidad, algunos irán a la planta de transformación y otros estarán dispuestos para su reúso, reciclaje y reutilización bien sea para proyectos internos como reconfiguración morfológica y retrolenados y otros para usos externos en procesos de negocios circulares. Como apoyo normativo está el Decreto 1651 de 2019 el cual reglamenta el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación que tiene como objetivo de fortalecer el desarrollo productivo y económico del país y mejorar el bienestar de la población; el Plan Nacional de Desarrollo Ley 1955 de 2019 en el que se contemplan nuevos elementos para fortalecer los modelos de desarrollo económico, social y ambiental; los Conpes 3866 de 2016, 3918 y 3934 de 2018 en los que se brindan elementos importantes para el desarrollo productivo, implementar objetivos para el desarrollo sostenible e implementar instrumentos para optimizar el uso de los recursos naturales y energía en la producción y el consumo.



Lineamiento 4

Caracterizar los sobrantes de la operación minera



Componente

Caracterización detallada de otros sobrantes.



Alcance

Identificar y cuantificar los sobrantes (salidas de agua, energía y/o materiales) para determinar posibles modelos de negocio para su reúso y/o reciclaje.



Información Requerida

Listado detallado de sobrantes (flujos de agua, energía y/o materiales)

¿Cómo se deben caracterizar los sobrantes?

Flujos de Agua

- A)** Realizar la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los flujos de agua para conocer la calidad y peligrosidad de esta.
- B)** Realizar análisis para determinar características de peligrosidad del agua.
- C)** Determinar volumen y/o caudal generado, variaciones en el tiempo y tipo de almacenamiento.
- D)** Determinar el cumplimiento de los criterios de calidad si se contempla la posibilidad de reúso de agua residual tratada.

Flujos de Materiales / Residuos

- A)** Determinar volumen generado y tipo de almacenamiento. en el tiempo, lo mismo que observar la calidad de los residuos generados.
- B)** Determinación de las características de los residuos, identificando sus contenidos y propiedades.
- C)** Identificar las fuentes, cantidades y variaciones
- D)** Realizar análisis de peligrosidad a los residuos (la calidad de peligroso es conferida a un residuo o desecho que exhiba características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas y radioactivas).

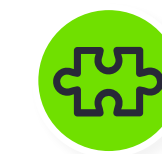
Flujos de Energía

- A)** Realizar la caracterización energética del proceso (cualitativa y cuantitativa) obtenida durante un periodo de tiempo.
- B)** Elaboración de gráficos de consumo y producción en el tiempo para determinar la variación del consumo de energía en paralelo con la producción



Lineamiento 5

Evaluar la potencialidad de uso de zonas no intervenidas para un posible aprovechamiento de minerales aún no explotados



Componente

Definición de potencial aprovechamiento de mineral en zonas no intervenidas



Alcance

Actualizar la viabilidad técnica, económica, social y/o ambiental para posible aprovechamiento de nuevos minerales o de aquellos aún no explotados.



Información Requerida

Prospección y exploración de acuerdo con el Estándar Colombiano de Recursos y Reservas – ECRR.

¿Cómo definir el potencial aprovechamiento en zonas no intervenidas?

El proyecto minero debe contar con información suficiente y detallada bajo la cual puede concluir que existen minerales o nuevos minerales dentro del área otorgada para explotar (título minero). La información relacionada con resultados de exploración, recursos y reservas minerales debe estar respaldada por personal competente que haya ejecutado muestreos y técnicas analíticas pertinentes para el área analizada, así como resultados de geoquímica de superficies y muestras físicas; resultados de levantamiento geofísico de superficie y subsuelo y perforaciones, excavaciones y trabajos subterráneos. También se incluye el análisis de los afloramientos mineralizados.

Consideración Jurídica

El artículo 82 de la Ley 685 de 2001 establece sobre la delimitación y devolución de áreas, que al finalizar el período de exploración se deberá presentar la delimitación definitiva de la zona del área contratada que va a quedar vinculada a los trabajos y obras de explotación, más las obras estrictamente necesarias para el beneficio, transporte interno, servicios de apoyo y obras de carácter ambiental para lo cual se deberán tener en cuenta los valores, ubicación y cálculo de las reservas existentes al igual que la producción esperada indicados en el Plan de Trabajos y Obras de explotación elaborado de acuerdo con el artículo 84 de este Código. Con oportunidad de esta delimitación, el concesionario estará obligado a devolver, en lotes contiguos o discontinuos, las partes del área que no serán ocupadas por los trabajos y obras mencionados. El área retenida deberá estar constituida por una extensión continua. En todo caso, no se permitirá retener áreas en el contrato de concesión que no sean económicamente explotables. Ahora bien, si existen zonas que puedan ser intervenidas para la exploración técnica, se podrá solicitar su retención por el término de dos (2) años; si posteriormente, se decide ponerlas en explotación, se debe adelantar los trámites de modificación de los instrumentos técnico y ambiental.

Potencial generación de circularidad en la etapa de Cierre & Post Cierre



Lineamiento 1

Identificar las actividades a desarrollarse durante el cierre y post cierre del proyecto estableciendo los flujos de entrada y salida



Componente

Identificación y descripción de actividades de cierre y post cierre.



Alcance

Determinar de manera detallada los flujos de materiales, energía, agua, recurso humano y demás asociados a cada actividad de cierre y post cierre del proyecto minero.



Información Requerida

Plan de Cierre del proyecto minero

¿Cómo determinar las actividades que serían desarrolladas en la etapa de cierre y post cierre del proyecto minero?

A partir de lo establecido en el Plan de Cierre de la Mina, se deberá realizar un listado de las actividades generales y específicas a ejecutarse durante la etapa del cierre y post cierre del proyecto minero, tales como:

➤ DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES

- Desarme y retiro de equipos, maquinarias.
- Desarme y retiro de Instalaciones de apoyo (estructuras, edificios, oficinas, campamentos).
- Demolición de estructuras
- Desarme y retiro de sistemas y líneas eléctricas.
- Retiro, manejo y disposición final de residuos ordinarios
- Retiro, manejo y disposición de elementos o sustancias peligrosas, tales como: productos químicos, explosivos, combustibles, aceites, recipientes y envases de almacenamientos de hidrocarburos y sustancias químicas.
- Cierre de áreas de almacenamiento de residuos ordinarios y peligrosos.

➤ ADECUACIONES Y/O CONSTRUCCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS

- Construcción de zanjas interceptoras y canales para el manejo de aguas superficiales.
- Adecuación de sistemas de drenaje
- Construcción de obras de protección al pie del talud

➤ RECONFORMACIÓN, READECUACIÓN, REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LAS ÁREAS INTERVENIDAS

- Rehabilitación del suelo
- Adecuación paisajística

➤ ESTABILIZACIÓN DE ÁREAS Y ESTRUCTURAS

- Corregir o modificar pendientes de taludes
- Protección de estructuras remanentes tales como presas de relaves y escombreras
- Reforestación
- Revegetalización
- Realización de gaviones
- Perfilamiento y compactación de los muros de contención
- Compactación de bermas de coronamiento

Consideración Jurídica

Todas las actividades están contempladas en los instrumentos técnico y ambiental aprobados por las autoridades, sin embargo, aquellas que no hayan sido incluidas, pero se requiere iniciar, se solicitarán ante las autoridades competentes invocando las normas aplicables, para que sean modificados el Programa de Trabajos y Obras y la Licencia Ambiental según sea el caso, sin embargo, en el caso de la etapa de cierre y post cierre pueden presentarse cambios por ejemplo en el uso del suelo o en la disposición de los residuos para uso externo. En algunos de los casos debe observarse lo dispuesto en la Ley 685 de 2001, los términos de referencia, y las guías minero ambientales.



Lineamiento 1

Identificar las actividades a desarrollarse durante el cierre y post cierre del proyecto estableciendo los flujos de entrada y salida



Componente

Identificación de los recursos utilizados y residuos generados en el desarrollo de las actividades de cierre y post cierre del proyecto.

¿Cómo determinar los materiales y recursos utilizados y residuos generados?

Ejemplo de un flujo aplicable a una de las actividades específicas ejecutadas en la etapa de Cierre y Post Cierre. Importante que se realice la caracterización con el mayor detalle posible, para así identificar de manera más concisa los flujos de entradas y salidas.



Alcance

Determinar los recursos (humano, financiero, técnicos) y residuos generados en las actividades desarrolladas durante la etapa de cierre y post cierre del proyecto minero.



Demolición de Estructuras

Entradas

➤ RECURSO HUMANO (OPERARIOS / AUXILIARES / PERSONAL ADMINISTRATIVO)

- Elementos de protección personal (EPP).
- Alimentos y bebidas.
- Unidades sanitarias / instalaciones operativas.

➤ MAQUINARIA Y / O EQUIPOS

- Combustibles y lubricantes.
- Repuestos.

➤ INSUMOS, RECURSOS Y MATERIALES

- Explosivos
- Agua
- Energía Eléctrica
- Repuestos



Información Requerida

Listado de actividades generales y específicas a ejecutarse durante la etapa de cierre y post cierre del proyecto minero.



Lineamiento 1

Identificar las actividades a desarrollarse durante el cierre y post cierre del proyecto estableciendo los flujos de entrada y salida

Salidas

➤ AGUA RESIDUAL

➤ RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

➤ RESIDUOS

- Residuos Aprovechables
- Restos de comida

Residuos no Aprovechables

- Residuos de Unidades Sanitarias
- Servilletas
- Papeles y cartones contaminados por comida.
- Plásticos de un solo uso.

Residuos Reciclables

- Plásticos / Cartón / Vidrio /

Papel / Metales.

Residuos Peligrosos

- Elementos impregnados con hidrocarburos.
- Aceite usado
- Baterías
- Luminarias
- EPP
- RAEE

Consideración Jurídica

En la ejecución del plan de cierre que fue aprobado desde el Programa de Trabajos y Obras o modificado de acuerdo con las necesidades del área, se identifican las actividades descritas anteriormente esto con el fin de posteriormente llevar a cabo los procesos determinantes para que haya un adecuado cierre de la(s) mina(s).



Lineamiento 2

Identificar recursos y residuos con potencial de reutilización y/o reciclaje en la etapa de cierre y post cierre



Componente

Estimación de recursos y residuos provenientes de actividades desarrolladas en la etapa de cierre y post cierre



Alcance

Determinar los recursos y residuos provenientes de las actividades de cierre y post cierre del proyecto minero con potencialidad de circularidad mediante su reutilización y/o reciclaje.



Información Requerida

Flujos de recursos y residuos de las actividades de la etapa de cierre y post cierre del proyecto minero.

¿Cómo determinar los **recursos y residuos con potencial de circularidad generados** en las actividades de cierre y post cierre del proyecto minero?

➤ Desarrollar un inventario de las salidas de los flujos elaborados para las actividades de cierre y post cierre del proyecto minero.

➤ Identificar de los recursos y residuos definidos como salidas en las actividades generales y específicas de la etapa de cierre y post cierre, cuáles pueden ser reutilizados como entradas para el desarrollo de actividades de esta misma etapa del proyecto minero.

Salida

DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS

Residuos de Demolición y construcción RCD



Reutilización



Entrada

RECONFORMACIÓN MORFOLÓGICA DE ÁREAS

Utilización de RDC (Arenas, gravas, rocas, asfalto)



Lineamiento 2

Identificar recursos y residuos con potencial de reutilización y/o reciclaje en la etapa de cierre y post cierre

➤ Identificar los recursos y residuos con potencial de ser incorporados en procesos de simbiosis industrial.

Salida

DESARME Y RETIRO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA

- Malacates
- Coche Minero
- Trituradoras



Simbiosis Industrial



Entrada

ENTREGA DE EQUIPOS Y MAQUINARIA

A empresas mineras con necesidad de estos elementos para su operación.

➤ Identificar los residuos que pueden ser reciclados tales como cartón, plástico, chatarra.

Consideración Jurídica

Los diagramas de circularidad diseñados previamente ayudan en esta etapa para la clasificación de los residuos y los correspondientes usos, usos que de acuerdo con la ley se podrán aplicar en el sector minero para el aprovechamiento eficiente con el fin de aportar en los aspectos económicos de la industria, aportar en el bienestar social de la población y el desarrollo sostenible.



Lineamiento 2

Identificar recursos y residuos con potencial de reutilización y/o reciclaje en la etapa de cierre y post cierre



Componente

Estimación de recursos y residuos generados en etapas previas al cierre y post cierre.

- **Exploración:** Lodos.
- **Construcción y Montaje:** Material de descapote (suelo, capa vegetal).
- **Cargue de mineral y estériles:** Relaves / Estéril / Llantas usadas de vehículos y maquinaria / Banco de semillas provenientes de viveros construidos en el proyecto minero / Elementos de Protección Personal.



Alcance

Determinar los recursos y residuos disponibles generados en etapas previas al cierre y post cierre del proyecto minero con potencialidad de circularidad mediante su reutilización en la etapa de cierre y post cierre del proyecto minero.

- Identificar que recursos, residuos y materiales disponibles de etapas previas al cierre y post cierre pueden ser utilizados como entradas para la ejecución de esta etapa del proyecto minero.

Salida

ETAPA DE EXPLOTACIÓN

Estéril minero



Retrollenado



Entrada

ETAPA DE CIERRE Y POST CIERRE

Componente para la mezcla de material de retrollenado de frentes de explotación cerrados.

Consideración Jurídica

La utilización de los estériles generados en etapa de explotación para el retrollenado en la reconformación morfológica y geomorfológica, retrollenado para cierres de minas, son actividades de reúso más comunes en la etapa de cierre y por lo general está determinado en el instrumento ambiental, sin embargo, las normas ambientales señalan posibles usos que pueden darse a los residuos mineros; si bien la norma no es expresa da la posibilidad que en el sector minero y con el fin de mitigar los impactos ambientales se puedan aplicar para usos externos y en negocios circulares, por ejemplo la Resolución 0472 de 2017 modificada por la Resolución 1257 de 2021 expedidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la cual se reglamenta la gestión integral de residuos de construcción y demolición y su aprovechamiento.

¿Cómo determinar los recursos y materiales con potencial de circularidad generados en las actividades de etapas previas al cierre y post cierre?

- Inventario de recursos y residuos disponibles identificados como salidas en los flujos elaborados para las actividades de las etapas previas al cierre y post cierre. A continuación, se presentan algunos ejemplos:



Lineamiento 2

Identificar recursos y residuos con potencial de reutilización y/o reciclaje en la etapa de cierre y post cierre



Componente

Caracterización de los residuos disponibles en la etapa de cierre y post cierre con potencial de circularidad

¿Cómo realizar la **caracterización de los residuos y materiales disponibles en la etapa de cierre y post cierre con potencial de circularidad?**

- Teniendo el inventario de los residuos disponibles en la etapa de cierre y post cierre se deben establecer cuáles de éstos cuentan con caracterizaciones previas y si estas cumplen con la información necesaria para su utilización en las oportunidades de circularidad identificadas.



Alcance

Identificar las características de los de los residuos disponibles en la etapa de cierre y post cierre para establecer su potencial de reutilización y/o reciclaje en oportunidades de circularidad.

- Contemplar la posibilidad de realizar investigación a través de alianzas colaborativas con empresas del sector, academia o institucionalidad en búsqueda de establecer alternativas de aprovechamiento de los residuos generados en resultantes en la etapa de cierre y post cierre del proyecto minero.

Consideración Jurídica

Si bien existen residuos minerales que vienen de etapas previas y que ya se encuentran caracterizados y listos para su disposición final, en la etapa de cierre se pueden generar otros residuos que igualmente deben ser caracterizados para conocer el destino que se les dará, para ello se debe buscar el apoyo de instituciones académicas y convenios interinstitucionales donde se permite hacer investigación con el fin de obtener alternativas en el aprovechamiento de los residuos para negocios circulares, atendiendo la legislación que regula los aspectos tendientes a desarrollo sostenible, productividad e innovación.



Información Requerida

- Inventario de residuos disponibles para el desarrollo de procesos circulares en la etapa de cierre y post cierre.
- Caracterizaciones previas realizadas a lo largo del proyecto minero.



Lineamiento 2

Caracterización de los residuos disponibles en la etapa de cierre y post cierre con potencial de circularidad



Componente

Caracterización del mineral recuperable y aprovechable de presas de relaves y escombreras



Alcance

Identificar la posibilidad de recuperar mineral almacenado en las presas de relaves y escombreras con potencial de aprovechamiento.



Información Requerida

- Caracterización de los relaves y material estéril almacenados en presas de relaves y escombras.
- Volumen de relaves y material estéril almacenados en presas de relaves y escombras.
- Recursos técnicos disponibles.

¿Cómo determinar el mineral recuperable y aprovechable?

- En las presas de relaves y escombreras, es posible determinar qué minerales tienen potencial de recuperación y/o aprovechamiento.
- Recuperación de mineral durante los procesos de beneficio y/o transformación o de minerales asociados presentes en los relaves y material estéril.

Consideración Jurídica

Los relaves se definen como un desecho de los procesos de beneficio y transformación del mineral que dependiendo de sus características físicas y químicas deben someterse a diferentes tratamientos para su transporte y posterior disposición en presas o depósitos, sin embargo, actualmente, estos desechos ya están siendo considerados materia prima para ser usados como subproductos a través de alternativas de economía circular, simbiosis industriales, generación de nuevas materias primas bien para generar negocios circulares o ser usados internamente para retrolleado de labores subterráneas y producción de algunos productos como postes, bloques, cementos, etc.



Lineamiento 3

Establecer alternativas de aprovechamiento de la infraestructura y uso de las áreas del proyecto minero, en la etapa de post cierre



Componente

Identificación de aprovechamiento y uso.



Alcance

Determinar limitantes y oportunidades para el aprovechamiento de la infraestructura y uso de las áreas del proyecto minero, en la etapa de post cierre.



Información Requerida

- Propiedad del(os) predio(s) en donde se desarrolló el proyecto minero.
- Instrumentos de Desarrollo Territorial a nivel Municipal, Departamental y Nacional (Plan de Desarrollo Municipal-PDM, Plan Distrital de Desarrollo-PDD, Plan Nacional de Desarrollo-PND, entre otros)
- Instrumentos de Ordenación Territorial a nivel Municipal, Departamental y Nacional (Plan de Ordenamiento Territorial-POT, Plan Básico de Ordenamiento Territorial-PBOT, Esquemas de Ordenamiento Territorial-EOT, entre otros)
- Estado de la infraestructura disponible.

¿Cómo identificar las limitantes y oportunidades para el aprovechamiento de la infraestructura y uso de las áreas del proyecto minero?

- En muchos casos no se podrá realizar uso del área ya que los predios no son propiedad del titular u operador del proyecto y estos se encuentran bajo la figura de servidumbre. Por lo cual el propietario tiene la potestad de decisión sobre estos al finalizar el proyecto minero.
- Si se tiene viabilidad para la utilización de las áreas se debe establecer el tipo de uso designado para el área según lo estipulado en los instrumentos de desarrollo y ordenación territorial. Esto permitirá determinar que posibles usos y limitantes al momento de formular las alternativas de manejo del área en la etapa de post cierre, por ejemplo: recreación, conservación, ganadería.
- Para la utilización de la infraestructura disponible en la etapa de post cierre se debe establecer sus condiciones y pertinencia según la oportunidad de aprovechamiento identificada.
- Se debe establecer de ser posible la oportunidad de incorporar a la comunidad del área de influencia del proyecto en los procesos de aprovechamiento de la infraestructura y áreas de desarrollo del proyecto minero.

Consideración Jurídica

Respecto a la posesión de los predios para el uso en la etapa de cierre y post cierre es muy común que se presente que la propiedad del predio no es del titular, por lo que los residuos deberán ser utilizados solo para uso interno en retrolleado y reconfiguración morfológica y geomorfológica, se debe tener en cuenta que los usos que el propietario va a dar al suelo y lo señalado en el instrumento ambiental que por lo general será uso forestal, agricultura o ganadería, para este momento es importante que la caracterización y clasificación del residuo este completamente definida con el fin de determinar cómo y dónde utilizará los mismos.

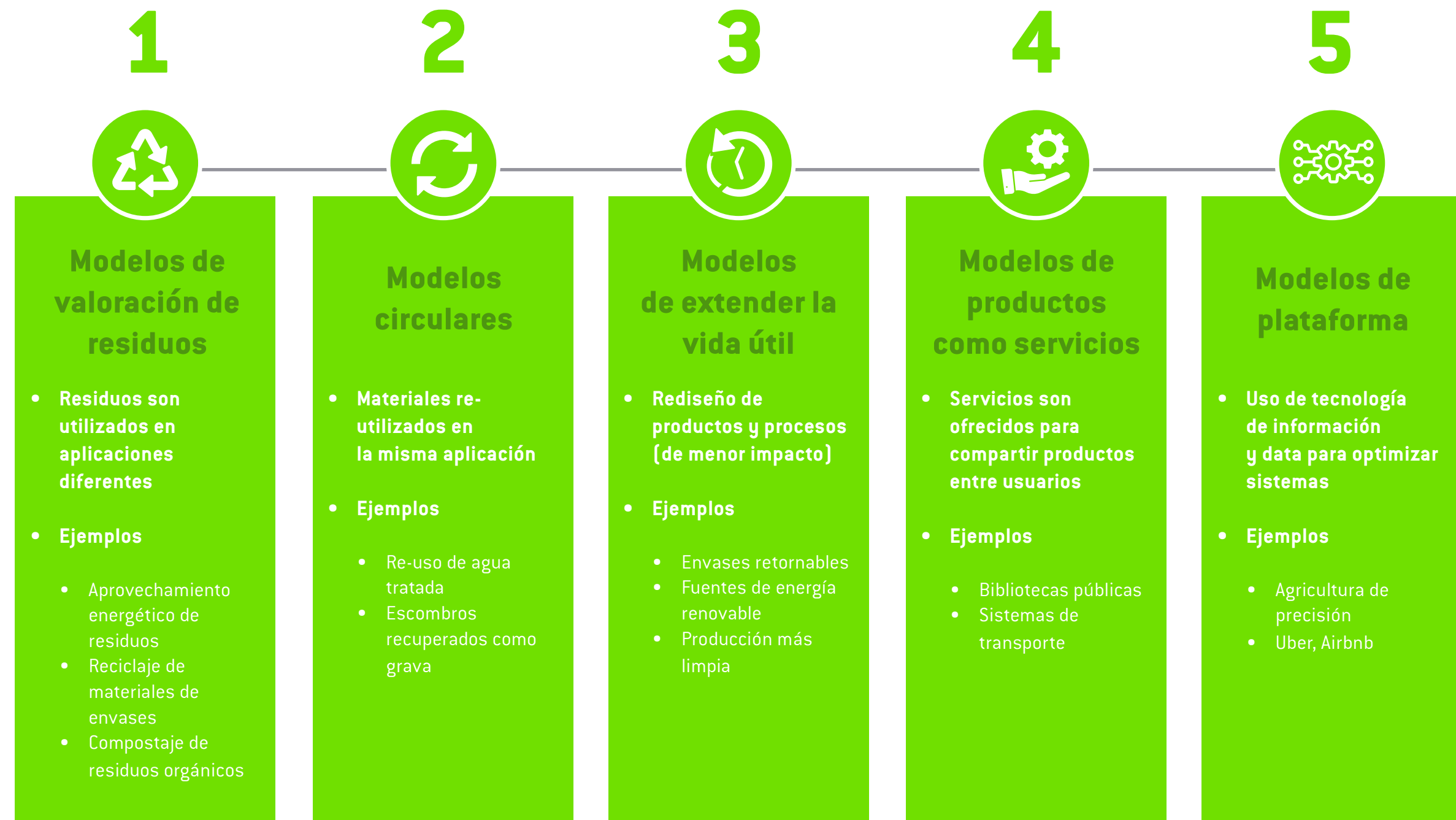
Los instrumentos de desarrollo territorial son aquellos por los cuales se determinará el aprovechamiento y protección del uso del suelo del territorio nacional ya sea urbano o rural y será a partir de dichos instrumentos que se puede determinar qué uso se dará al suelo. Cuando la propiedad del predio está en cabeza del titular minero, éste podrá disponer de él teniendo en cuenta igualmente los planes de desarrollo territorial y lo señalado en el instrumento ambiental con el fin de mejorar el entorno con la creación de parques solares, ecoparques que contribuyan al desarrollo de la región y sus comunidades.

Línea
Estratégica



Desarrollo de
modelos de
**Negocio
Circular**

Área en etapa de postcierre
Fuente: Gravillera Albania



Lineamiento 1

Determinar posibles modelos de negocio a implementar



Componente

Identificación y selección de modelos de negocio para los estériles y/o relaves



Alcance

Construir una propuesta de valor de negocio circular para los estériles y/o relaves en el proyecto minero.



Información Requerida

- Caracterización mineralógica y geo-química de los estériles y/o relaves
- Características del depósito y de los materiales.
- Recursos del proyecto minero (humano, técnico, financiero)
- Restricciones técnicas, legales, ambientales, económicas y sociales
- Mercado disponible

¿Cómo seleccionar los posibles modelos de negocio para estériles y/o relaves?

➤ IDENTIFICAR las limitantes y puntos críticos para el posible desarrollo de modelos de negocio

- El recurso humano, técnico y financiero disponible en el proyecto minero puede ser un limitante para el desarrollo de modelos de negocio circular. Por ejemplo, algunos negocios requieren de *aplicaciones tecnológicas* para su desarrollo lo que implica inversión económica y contar con personal capacitado lo que no todos los proyectos mineros pueden implementar.
- Para del desarrollo de modelos de negocio circular se deben tener en cuenta las restricciones de carácter técnico, legal, ambiental, económicas y sociales. Por ejemplo, en algunos casos la comercialización de materiales diferentes al mineral otorgado en el proyecto minero implica modificaciones al instrumento ambiental y/o minero representando una limitante de carácter legal.
- En muchas ocasiones se tiene potencialidad para el desarrollo de modelos de negocio circular pero un limitante es el mercado disponible. La ubicación del proyecto minero restringe el mercado para la comercialización de materiales con potencialidad de reutilización generados.



Lineamiento 1

Determinar posibles modelos de negocio a implementar

➤ ANALIZAR los modelos de negocio circular con potencial de desarrollo en el proyecto minero

- A partir del conocimiento de los estériles y/o relaves y del mercado disponible para estos, se podrán plantear la posibilidad de desarrollo modelos de negocio circular principalmente: valoración de residuos y reutilización de productos y materiales para el cierre de su ciclo.
- Los modelos de negocio circular con potencial de desarrollo se contrastarán con las limitantes y puntos críticos determinados, con el fin de establecer su alcance. Por ejemplo, si se plantea la comercialización del material estéril dentro de un modelo de valoración de residuos, se deben tener en cuenta las características y volumen del mineral, capacidad técnica para su procesamiento según los requerimientos del negocio, restricciones legales para su comercialización, necesidades del cliente, entre otros.
- Para el desarrollo de modelos de negocio circular en muchas ocasiones se deberán implementar desarrollos tecnológicos para el procesamiento de los materiales que facilite el reúso, se identificarán escenarios para generar simbiosis industrial; involucrar sistemas de recolección y separación en la fuente, limpieza y procesamiento de materiales reciclados y su comercialización.

➤ Principales modelos de negocio aplicables a los estériles y/o relaves

- Valorización de residuos: los modelos de valorización de residuos incluyen tecnología para el reciclaje, el aprovechamiento y tratamiento, lo que involucra sistemas de recolección y separación en la fuente, limpieza y procesamiento de materiales reciclados y su comercialización hacia nuevas aplicaciones.
- Modelos circulares: los modelos circulares de residuos procuran la reutilización de productos y materiales para el cierre de su ciclo. El material es reutilizado en su misma aplicación o en un nuevo uso.

¿Cómo plantear negocios circulares para estériles y/o relaves?

La empresa minera con base en un sondeo comercial debe tener claridad sobre la posibilidad de obtener recursos económicos a través de la demanda que existe y la oferta o volumen de material estéril y/o relave con potencial aprovechamiento que puede ofrecerse desde el proyecto minero. El modelo de negocio debe estar construido sobre bases realistas que permitan materializarlo. Es posible que existan minerales en los estériles que puedan aprovecharse económicamente, pero la tecnología a utilizar para su aprovechamiento y la demanda no necesariamente compensan el proyecto. Por tal motivo, es necesario aquí conformar equipos multidisciplinarios para lograr cerrar el modelo de negocio propuesto. Desde la parte técnica minera, ambiental, social y hasta la parte financiera.



Lineamiento 1

Determinar posibles modelos de negocio a implementar

En los proyectos mineros los estériles y/o relaves pueden convertirse en un elemento que adquiere un valor económico (valorización de residuos). Lo anterior a través de la investigación y sinergia con otros procesos que puedan aprovechar los recursos para favorecer otro tipo de economías, éstos pueden ser analizados desde la mineralogía con el fin de identificar y cuantificar minerales que pueden ser extraídos, dependiendo de su concentración y cantidad, así como identificar la posibilidad de generación de drenaje (ácido o básico) y tomar las medidas pertinentes para evitarlo y/o controlarlo.

Los estériles generados en el proyecto pueden ser usados en labores de reconformación, vitales para el cierre del proyecto y la finalización adecuada del ciclo minero (modelos circulares), permitiendo dejar las áreas intervenidas aptas para otro tipo de actividad económica o que provean de servicios ambientales a las comunidades del área de influencia. Es el caso del agua en reservorios o zonas restauradas para establecimiento de actividades agrícolas, pecuarias, forestales, turísticas, entre otras.

Consideración Jurídica

Siempre que exista la posibilidad de comercialización de un mineral que no ha sido concesionado habrá que solicitar la modificación de los instrumentos técnicos y ambientales, si estos resultaren ser subproductos del mineral principal, solo se solicitarán ser incluidos en la concesión con el fin de considerarse económicamente explotable no solo como mineral directamente, sino como materia prima para otros productos como elaboración de bloques, postes, cemento, lozas, etc. Todas las actividades tendientes al aprovechamiento del residuo minero deben ser contempladas en los instrumentos técnico y minero en observancia de las normas ambientales, comerciales y políticas públicas y económicas que permitan iniciar otras actividades industriales encaminadas a negocios circulares que redundarán en el desarrollo sostenible de la región y el país. Las disposiciones legales aplicables para dar viabilidad a los negocios circulares están contenidas en la Constitución Política como norma de normas, en los artículos 79 y 80 señala el derecho del que goza toda persona a un ambiente sano y donde el Estado garantiza la planificación y aprovechamiento de los recursos naturales, la Ley 685 de 2001 y la Ley 99 de 1993 modificatorias y concordantes que dan las herramientas jurídicas para llevar a cabo procesos tendientes a una minería eficiente con el compromiso de impactar el medio ambiente de manera mínima.



Lineamiento 1

Determinar posibles modelos de negocio a implementar



Componente

Identificación y selección de modelos de negocio para otros sobrantes



Información Requerida

- Caracterización de los flujos de agua (calidad, volumen, entre otras)
- Caracterización de los flujos de materiales-residuos (volumen, peligrosidad, frecuencia de generación, entre otras)
- Caracterización de los flujos de energía (gráficos de consumo y producción, índices de eficiencia, pérdidas en el consumo de energía, entre otras)
- Recursos del proyecto minero (humano, técnico, financiero)
- Restricciones técnicas, legales, ambientales, económicas y sociales
- Mercado disponible



Alcance

Desarrollar los modelos de negocio circulares para otros sobrantes (salidas de agua, energía y/o materiales) generados en las etapas del ciclo de vida del proyecto minero.

¿Cómo seleccionar los posibles modelos de negocio?

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, (ICONTEC) estableció la **Guía Técnica Colombiana GTC 314 – 2020 Marco para la implementación de los principios de la economía circular en las organizaciones.**

Conozcamos un poco más....

La **GTC 314 – 2020** presenta un marco flexible de ocho etapas como alternativas de solución para que las organizaciones implementen los principios de la economía circular en forma práctica.

➤ ETAPA 1: Establecimiento de marco

Las organizaciones deberían determinar la pertinencia de la economía circular para sus negocios e identificar por dónde empezar. Para ello, se deberían llevar a cabo las siguientes acciones:

A// Evaluar la situación actual y la relevancia de la economía circular. **B**// Mapeo de partes interesadas. **C**// Generar conciencia y entusiasmo.

➤ ETAPA 2: Definición del Alcance

Al considerar una visión, un plan estratégico y una dirección para la actividad de la economía circular, las organizaciones deberían examinar cuidadosamente qué es posible y/o necesario en el contexto de la economía circular. Para ello, se deberían llevar a cabo las siguientes acciones:

A// Identificar los sistemas que se van a explorar e influenciar. **B**// Comprender la visión actual de la organización y cómo la economía circular podría apoyar o socavar la entrega de su propuesta de valor a largo plazo. **C**// Acordar la visión y la estrategia de alto nivel.

➤ ETAPA 3: Generación de Ideas

Las organizaciones deberían elaborar una lista de ideas/opciones para abordar los problemas y oportunidades identificados en la etapa 2 y darles prioridad de acuerdo con el contexto de su visión de la economía circular, su plan estratégico y sus objetivos. Para ello, se deberían llevar a cabo las siguientes acciones:

A// Definir los objetivos y aclarar los resúmenes/temas para la exploración. **B**// Identificar la lista de ideas/opciones y priorizarlas en consecuencia.



Lineamiento 1

Determinar posibles modelos de negocio a implementar

➤ ETAPA 4: Factibilidad

Las organizaciones deberían evaluar la viabilidad del progreso de sus ideas/opciones prioritarias identificadas en la Etapa 3. Para ello, se deben llevar a cabo las siguientes acciones:

A// Definir y emprender la evaluación de la factibilidad. **B**// Revisar y/o conformar ideas / opciones.

➤ ETAPA 5: Proyecto Empresarial

Las organizaciones deberían desarrollar un proyecto empresarial a fin de asegurar los recursos necesarios para poner a prueba nuevas ideas/opciones y luego aplicarlas, ampliarlas y ponerlas en marcha. Para ello, se deberían llevar a cabo las siguientes acciones:

A// Desarrollar un proyecto empresarial detallado.

➤ ETAPA 6: Creación de Pruebas Piloto y Prototipos

Las organizaciones deberían experimentar con ideas/opciones a pequeña escala para determinar su viabilidad práctica. Para ello, se deberían llevar a cabo las siguientes acciones:

A// Establecer propiedad y gobernanza. **B**// Desarrollar un plan para las pruebas piloto, la creación de prototipos o el desarrollo. **C**// Conducir y revisar la prueba piloto/el prototipo.

➤ ETAPA 7: Entrega e Implementación

Las organizaciones deberían ampliar/desplegar la adopción e integración de enfoques comprobados para la transición a un modo de operación más circular y sostenible. Para ello, se deberían llevar a cabo las siguientes acciones:

A// Elaborar y ejecutar el plan de entrega y su aplicación. **B**// Mecanismos para medir el progreso a lo largo del tiempo.

➤ ETAPA 8: Realizar Seguimiento, Revisión e Informes

Realizar Seguimiento, Revisión e Informes: las organizaciones deberían hacer un seguimiento del desempeño para asegurar el éxito constante y la mejora continua y transformadora. Para ello, se deberían llevar a cabo las siguientes acciones:

A// Seguimiento y medición. **B**// Informe del avance. **C**// Mejora continua.



Lineamiento 1

Determinar posibles modelos de negocio a implementar

¿Cómo financiar negocios circulares en Colombia?

El Gobierno Nacional cuenta con **diversos programas que permiten acceder a recursos económicos** los cuales se podrían usar para implementar negocios circulares. A continuación, se describen algunos de ellos.

➤ INNPULSA COLOMBIA

Agencia de emprendimiento e innovación del Gobierno Nacional, que, junto al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, acompaña la aceleración de emprendimientos de alto potencial y a los procesos innovadores y de financiación que permiten escalar a las empresas del país para generar más desarrollo económico, equidad y oportunidades para todos los colombianos.

Página Web

<https://innpulsacolombia.com/>

Línea Telefónica

En Bogotá +57 (1) 743-7939 y para el resto del país 01 8000 180098

iNNpulsa Colombia
 @iNNpulsaCol
 @iNNpulsaCol
 iNNpulsa Colombia

Correo de contacto

info@innpulsacolombia.com

Atención presencial en las instalaciones en Bogotá

Calle 28 No. 13 A15 Piso 37, en el horario comprendido entre 8:30 am - 4:30 pm

➤ Fondo de ciencia, tecnología e innovación - FCTel del sistema general de regalías-SGR

El Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación tiene como objetivo incrementar la capacidad científica, tecnológica, de innovación y de competitividad de las regiones, mediante proyectos que contribuyan a la producción, uso, integración y apropiación del conocimiento en el aparato productivo y en la sociedad en general, incluidos proyectos relacionados con biotecnología y tecnologías de información y comunicaciones, contribuyendo al progreso social, al dinamismo económico, al crecimiento sostenible y una mayor prosperidad para toda la población. (Art. 29, Ley 1530 de 2012).

Página Web

https://minciencias.gov.co/ocad_fctei/fondo-fctei-sgr/que-es

Atención Telefónica

A través del conmutador (57) 1 625 8480 se accede a la comunicación con las extensiones de los funcionarios y colaboradores de la entidad. Horario de atención, de lunes a jueves, de 8:00 am a 5:00 pm, y viernes de 7:00 am a 4:00pm, en jornada continua.

Atención Presencial

Servicio de Atención al Ciudadano, está ubicado en la Avenida Calle 26 # 57 – 83, Torre 8 Piso 2, en la ciudad de Bogotá – Colombia

Correo electrónico

atencionalciudadano@minciencias.gov.co, es otro canal dispuesto al servicio del ciudadano para requerir información general, sobre convocatorias y presentar peticiones, quejas, reclamos, sugerencias y felicitaciones.



Lineamiento 1

Determinar posibles modelos de negocio a implementar

➤ Portal INNOVAMOS

El portal INNOVAMOS tiene como objetivo principal el funcionar como medio de difusión conectando al ciudadano con las convocatorias relacionadas con ciencia, tecnología e innovación (CTI) que son publicadas por diferentes entidades estatales.

Página Web

<https://www.innovamos.gov.co/>

➤ Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación / Programa de beneficios tributarios

Beneficios tributarios por inversión en proyectos de ciencia, tecnología e innovación para micro, pequeñas, medianas y grandes empresas.

- Beneficios Tributarios por Inversión
- Beneficios Tributarios por Vinculación de capital humano de alto nivel en las empresas
- Ingresos No Constitutivos de renta y/o Ganancia Ocasional

Página Web

https://minciencias.gov.co/viceministerios/conocimiento/direccion_transferencia/beneficios-tributarios/cuales-son

➤ Bancóldex

Banco de alto nivel que promueve el crecimiento empresarial y el comercio exterior de Colombia.

Página Web

<https://www.bancoldex.com/>

Buzón Contáctenos

Escribiendo al correo electrónico contactenos@bancoldex.com

Línea de atención y servicio al cliente

Línea de Servicio al Cliente Multicontacto Bancóldex: **Bogotá 7420281**

Línea nacional gratuita: **018000 180710**

Redes Sociales

En las plataformas digitales como Facebook, Twitter, Instagram, Canal de Youtube Bancóldex o LinkedIn encontrará información de los productos y servicios de Bancóldex.

Los pueden ubicar en la parte superior de la página web en canales de atención.



Lineamiento 1

Determinar posibles modelos de negocio a implementar

► Colombia Productiva

Programa desarrollado para impulsar al sector empresarial con el fin de producir más, con mejor calidad y mayor valor agregado. Las acciones de la organización están alineadas a las directrices de la actual Política de Desarrollo Productivo (Conpes 3866), cuyo objetivo es aumentar la productividad y la diversificación del aparato productivo colombiano hacia bienes y servicios más diversificados y sofisticados.

Página Web

<https://www.colombiaproductiva.com/>

Línea Telefónica

Línea en Bogotá **7491000**
Línea nacional gratuita **018000124211**

Dirección

Cl. 28 #13 a-15, piso 37, Bogotá
Lunes a Viernes de **8:30 a.m. a 5:00 p.m.**

Consideración Jurídica

En cuanto a negocios circulares en materia de otros sobrantes como papel, vidrio, cartón, aparatos eléctricos y electrónicos, EPP generados durante el proyecto minero, si existe normativa expresa para aplicación de economía circular y diseños de negocios circulares como por ejemplo el Decreto 284 de 2018 que señala la gestión integral de los RAEE, Resolución 668 de 2016 que regula el uso racional de bolsas plásticas y la Ley 1955 de 2019 Plan Nacional de Desarrollo que introduce la estrategia nacional de economía circular con la que se busca fortalecer el modelo de desarrollo económico, ambiental y social.

Energía: el excedente de energía fue definido en la Ley 1715 de 2014 y permite la co-generación y la eventual venta de energía lo que reduce en la mitigación del impacto

ambiental y el uso eficiente de este recurso, igualmente señala esta norma la generación de fuentes no convencionales de energías no renovables. En cuanto al programa del uso racional y eficiente de la energía fue acogido por la Resolución 180919 de 2010 prorrogada por la Resolución 41286 de 2016.

Agua: la Ley 373 de 1997 estableció el programa para el uso eficiente y ahorro de agua y en su artículo 5º indica el reúso obligatorio del agua, sea de origen subterráneo, superficial o lluvias. Para cualquier actividad que genere afluentes líquidos, la Resolución 1207 de 2014 modificada por la Resolución 1257 de 2021 establece las líneas para mejorar la eficiencia en el uso de aguas residuales tratadas.



Lineamiento 1

Determinar posibles modelos de negocio a implementar



Desarrollo estudio de caso

Guía de Manejo Ambiental del Flujo de Llantas en la Industria Minera Enfoque de Economía Circular

Marco de referencia aplicable al manejo interno de las llantas en la industria minera con diámetro superior a 24 pulgadas y sus alternativas de aprovechamiento en el ámbito de los modelos de la Estrategia Nacional de Economía Circular.

Los modelos de negocio circular planteados para el manejo de llantas de la industria minera se clasifican en dos grandes grupos: mejores tecnologías disponibles (modelos de valorización de residuos y modelos circulares) y mejores prácticas ambientales para el sector (modelos para extender la vida útil, productos como servicios y modelos de plataforma).



Lineamiento 2

Establecer potencial desarrollo de Simbiosis Industrial (SI)



Componente

Identificación y selección de intercambios entre empresas mediante Simbiosis Industrial.



Información Requerida

- Recursos del proyecto minero (humano, técnico, financiero)
- Características del entorno (ubicación, contexto ambiental, social y económico en donde se desarrolla el proyecto)
- Proximidad geográfica con otras industrias que puede facilitar el desarrollo de la Simbiosis Industrial.
- Identificación de posibles proyectos de Simbiosis Industrial
- Oportunidades de negocio
- Mercado disponible



Alcance

Evaluar y seleccionar posibles intercambios entre empresas mediante la implementación de Simbiosis Industrial, teniendo en cuenta el contexto social, ambiental y económico en donde se desarrolla el proyecto.

¿Cómo seleccionar los posibles intercambios mediante Simbiosis Industrial?

Para el caso colombiano Ríos Paola y otra (2021) señalan, que según Chertow *et al.* (2008), se pueden distinguir **tres tipos de intercambios** entre empresas mediante la simbiosis industrial.

➤ Intercambio de subproductos

Las empresas utilizan materiales desechados y desperdicios como materia prima.

➤ Uso compartido de servicios públicos y de infraestructura

Por ejemplo, las empresas pueden gestionar y usar conjuntamente recursos como el vapor, la electricidad y el agua.

➤ Prestación conjunta de servicios que no están directamente relacionados con el negocio

Por ejemplo, servicios de seguridad o de limpieza.



Lineamiento 2

Establecer potencial desarrollo de Simbiosis Industrial (SI)

Los tipos de intercambios de la simbiosis industrial también se pueden clasificar de acuerdo con **la ubicación de las empresas**, donde Chertow (2000) propone *cuatro tipos de intercambios*, así:

➤ Dentro de una instalación

Estos tipos de intercambios tienen lugar dentro de la misma empresa en lugar de ocurrir con agentes externos.

➤ Entre empresas que están ubicadas en un Parque Eco-Industrial (PEI) definido

En este caso pueden ocurrir todos los tipos de intercambios, ya sea de materiales, energía, agua o servicios.

➤ Entre empresas locales que no comparten la misma ubicación

Lo que facilita el intercambio en este caso no es la contigüidad de las empresas, sino su cercanía, y de esta manera se pueden aprovechar materiales, residuos y fuentes de agua o energía

➤ Entre empresas que están ubicadas en una región más amplia

Este tipo de intercambio depende de las conexiones entre empresas en lugar de su ubicación. La ventaja es que se pueden expandir los beneficios de la simbiosis industrial a una comunidad económica regional y potencialmente la identificación de intercambios que se pueden llevar a cabo incrementalmente considerablemente.

Consideración Jurídica

La Ley 685 de 2001 en Capítulo XI de las Operaciones conjuntas en el artículo 101 permite la integración de áreas y señala que: "las áreas correspondientes a varios títulos pertenecientes a uno o varios beneficiarios para un mismo mineral, fueren contiguas o vecinas, se podrán incluir en un programa único de exploración y explotación para realizar en dichas áreas sus obras y labores, simultánea o alternativamente, con objetivos y metas de producción unificados, integrándolas en un solo contrato. Con este propósito, los interesados deberán presentar a la autoridad minera el mencionado programa conjunto para su aprobación y del cual serán solidariamente responsables. En las áreas vecinas o aledañas al nuevo contrato de concesión, donde estuvieren en trámite solicitudes de concesión o mineros informales por legalizar, si hubiese consenso, se podrán integrar estas aéreas al mismo contrato de concesión.

Cuando en el programa único de exploración y explotación sólo queden comprometidas partes de las áreas correspondientes a los interesados, será opcional para estos unificar tales áreas en un solo contrato o conservar vigentes los contratos originales".

Le es permitido al titular desde la integración de áreas iniciar actividades de simbiosis minera, el hecho de integrar dos o más áreas hace que se dé una mayor eficiencia en la utilización de recursos naturales (agua), energía, infraestructura, personal y que se generen menos residuos, lo que impacta positivamente en el cuidado del medio ambiente.

Línea
Estratégica



Seguimiento & Monitoreo



Área en etapa de postcierre
Fuente: Gravillera Albania



Lineamiento 1

Diseñar y ejecutar un programa de monitoreo y seguimiento a la implementación de la Economía Circular



Componente

Definición de indicadores para la medición y mejora continua



Información Requerida

Información proveniente de la materialización de los procesos anexos en relación con la Economía Circular que permitan confirmar si el modelo de negocio y/o las acciones implementadas cumplen con los objetivos planteados desde el ámbito ambiental, social y económico.



Alcance

Obtener datos cuantitativos y cualitativos para determinar el impacto ambiental, social y económico del proyecto enmarcado en la Economía Circular

¿Cómo se hace el seguimiento a la implementación de la Economía Circular en el proyecto minero?

Los principales objetivos de realizar el seguimiento son:

- Medir el nivel de cumplimiento de los objetivos planteados.
- Conocer el valor generado a la organización en las dimensiones económicas, ambientales y sociales.
- Identificar el nivel de avance y progreso hacia modelos de negocio circulares.
- Propender por la mejora continua de los sistemas de producto o servicio.

A continuación, se listan algunos marcos empresariales de medición existentes en el mundo, que pueden servir de guía para la definición de indicadores dentro del proyecto minero.

Indicadores de circularidad de la fundación Ellen MacArthur

<https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/resources/practical-measurements-tools>

Métricas circulares de WBCSD

<https://www.wbcsd.org/Programs/Circular-Economy/Factor-10/Metrics-Measurement/Resources/Landscape-analysis>

GTC 314 ICONTEC / Marco para la implementación de los principios de la economía circular en las organizaciones

https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Comite%20Sostenibilidad/Presentaciones/Sesi%C3%B3n%209/2_Gu%C3%ADa_t%C3%A9cnica_colombiana_marco_principios_econom%C3%ADa_circular_ICONTEC.pdf

Fuente: Adaptado de Guía Distrital para la transición hacia modelos de negocio circular. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C., 2020.



Lineamiento 1

Diseñar y ejecutar un programa de monitoreo y seguimiento a la implementación de la Economía Circular

¿Para qué medir?: A continuación, se presentan los criterios más importantes para tener en cuenta en la definición y lectura de los indicadores para el proceso de evaluación¹⁸:

- **Pertinencia:** se refiere a si el proyecto en economía circular planteado está alineado con las prioridades/fines de las organizaciones y aliados implicados en este.
- **Eficiencia:** se trata de establecer de qué manera se usan los recursos y medios disponibles para alcanzar los objetivos propuestos.
- **Impacto:** hace referencia a los efectos previstos o imprevistos, tanto positivos y negativos, que han surgido en el desarrollo del proyecto.
- **Viabilidad:** se refiere a la capacidad de permanencia en el tiempo de los efectos positivos provocados.

Consideración Jurídica

Dentro de la estrategia del negocio minero se encuentra la de gestión del riesgo, la cual permite al minero incorporar a su planeamiento minero todas las herramientas físicas y tecnológicas que le permitan hacer control y seguimiento, no solo cuando se explota el mineral sino también cuando adelanta actividades de negocios circulares, toda vez que lo que no es medible no puede ser controlado ni gestionado. Actualmente se cuenta con la Guía Técnica Colombiana 314 del ICONTEC, en la que se establece el marco para la implementación de los principios de la economía circular en las organizaciones, que debe ser acogida por el sector minero para su aplicación en temas de gestión.



08

Conclusiones

Barreras y / o acciones jurídicas para el desarrollo de estrategias de Economía Circular

1

Tramites y tiempos adicionales asociados a la **modificación de los instrumentos minero y ambiental** para el aprovechamiento de sobrantes.

2

Imposibilidad de comercialización (RUCOM) de minerales no concesionados, por la obligatoriedad de aprobación de modificaciones de los instrumentos minero y ambiental.

3

Ambigüedad y falta de especificidad en normas y trámites necesarios para el aprovechamiento de sobrantes.

4

Exigencias, limitaciones y **falta de claridad en normas**, ejemplo: *la Resolución No. 1207 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*, **permiso de concesión de aguas para reúso de agua residual** (Subsanación

Resolución 1256 de 2021 reglamenta el uso de las aguas residuales).

5

No inclusión de minerales con potencial de aprovechamiento para declaración de regalías.

6

Dificultad de acceso a la banca para financiación de proyectos de economía circular asociados sector minero.



09

Bibliografía

A

African circular economy alliance, konrad adenauer and dalberg (2020). *Increasing Circularity in Africa's Mining Sector.*

Alberruche del Campo, E., Arranz-González, J. C., Rodríguez-Pacheco, R., Vadillo-Fernández, L., Rodríguez-Gómez, V., & Fernández-Naranjo, F. J. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos de Instalaciones de Residuos de Industrias Extractivas Cerradas o Abandonadas; Instituto Geológico y Minero de España- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: Madrid, Spain,*

B

BORREGAARD, N. *Análisis de cuatro aspectos ligados al desarrollo de la actividad: Valorización económica de los impactos ambientales en la minería chilena.* En: *Ambiente y Desarrollo.* Vol. 17. 2001. p. 50-58. Disponible en: https://www.academia.edu/23663486/Borregaa rd?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page

Bellenfant, G, Guezennec, AG, Bodenan, F, D'Hugues, P & Cassard, D 2013, 'Reprocessing of mining waste: combining environmental management and metal recovery?', in *M Tibbett, AB Fourie & C Digby (eds), Mine Closure 2013: Proceedings of the Eighth International Seminar on Mine Closure, Australian Centre for Geomechanics, Cornwall*, pp. 571-582, https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1352_48_Bellenfant

Bustamante, P. Maya, O. Romero T. (2021). *Informe economía circular sector minero colombiano.* Colombia.

C

Cerón Cerón, A. M., & Gutiérrez Arango, C. (2019). *Elaboración de unidades de mampostería perforada de concreto utilizando relaves provenientes de la minería de agregados.* Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/18152>

Comber, N., Federico, M. V., & Moriena, N. (2013). *Basura Cero en Buenos Aires (Doctoral dissertation, Universidad Argentina de la Empresa).* Disponible en: <https://repositorio.uade.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/3935/Comber.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Comisión Europea, (CE) Finance Expert Group, (2020). *Categorisation System for the Circular Economy.* DOI: 10.2777/172128

Comisión Europea - Eco Efficiency Consulting and Engineering Ltd. (2019) Development of a guidance document on best practices in the Extractive Waste Management Plans.

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (CONPES). (2016) *Política Nacional de Desarrollo Productivo.* Departamento Nacional De Planeación. República de Colombia

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (CONPES). (2018). *Política de*

Crecimiento Verde Departamento Nacional De Planeación. República de Colombia <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Pol%C3%ADtica%20CONPES%203934/CONPES%203934%20-%20Pol%C3%ADtica%20de%20Crecimiento%20Verde.pdf>

Consultoría e Ingeniería de Eco Eficiencia Ltd. en Colaboración Con Wefalck, Pöyry Finland Oy, Botond Kertész & CRS Ingeniería. (2019). *Circular economy action.* Disponible en: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f18472f8-36aa-11e9-8d04-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-87989698>

Corporación Autónoma Regional de Risaralda, (CARDER). (2010). *Guía para la elaboración del programa de uso eficiente y ahorro del agua en la minería de metales preciosos y carbón PUEAA.* Disponible en: https://issuu.com/carderrisaralda/docs/cartilla_pueaa_final

D

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2020). *Economía Circular- Primer reporte 2020* <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/economia-circular/presentacion-economia-circular-1-reporte.pdf>

Decreto Supremo N. ° 248. (2007). *Reglamento para la aprobación de proyectos de diseños, construcción, operación, y cierre de los depósitos de relaves.* Ministerio de Minería Chile. Disponible en: <https://www.>

sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/01/DS248_Reglamento_DepositosRelave.pdf

Decreto 1077 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.”

RR Donnelley, (2010). *Scotland’s zero waste plan. Nature Scotland - Scottish Government.* Disponible en: <https://www.gov.scot/binaries/content/documents/govscot/publications/strategy-plan/2010/06/scotlands-zero-waste-plan/documents/00458945-pdf/00458945-pdf/govscot%3Adocument/00458945.pdf>

E

Estrategia nacional de economía circular : Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio / Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio Industria y Turismo., Coord.: Saer, Alex José ; González, L http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%CC%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf

F

Fundación Ellen Macarthur (2020). *Financiamiento de la Economía Circular.* Disponible en: <https://emf.thirdlight.com/link/j1bvra4lsefh-xf7zvp/@/folder/1#id=1>

G

Gobierno de la República de Colombia. (2020) *Activando la economía circular en tiempos de cambio. INNpuls Colombia.* Disponible en: https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Comite%20Sostenibilidad/Presentaciones/Sesi%C3%B3n%204/1_Articulacion_economia_circular_tiempos_de_cambio.pdf

Gobierno de la República de Colombia. (2019). *Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio.* Bogotá D.C., Colombia. Presidencia de la República; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Golev, A; Lebre, E, Corder, G. 2016]. *The contribution of mining to the emerging circular economy. Principal Research Fellow, Sustainable Minerals Institute, the University of Queensland.* Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/316636920_The_contribution_of_mining_to_the_emerging_circular_economy

I

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, (ICONTEC). (2020). *GTC 314 Marco para la Implementación de los Principios de la Economía Circular en Las Organizaciones [BS 8001-2017].* Disponible en: [https://tienda.icontec.org/sectores/servicios-organizacion-de-la-empresa-gestion-y-calidad-administracion-transporte-sociologia/organizacion-y-gestion-administrativa-sistemas-](https://tienda.icontec.org/sectores/servicios-organizacion-de-la-empresa-gestion-y-calidad-administracion-transporte-sociologia/organizacion-y-gestion-administrativa-sistemas-de-gestion/organizacion-y-gestion-administrativa-en-general.html)

[de-gestion/organizacion-y-gestion-administrativa-en-general.html](https://tienda.icontec.org/sectores/servicios-organizacion-de-la-empresa-gestion-y-calidad-administracion-transporte-sociologia/organizacion-y-gestion-administrativa-en-general.html)

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2020). *GTC 314 Marco para la implementación de los principios de la economía circular en las organizaciones [BS 8001-2017]. CTN 14 –Gestión Ambiental y herramientas para el Desarrollo Sostenible.* Disponible en: https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Comite%20Sostenibilidad/Presentaciones/Sesi%C3%B3n%209/2_Gu%C3%ADa_t%C3%A9cnica_colombiana_marco_principios_econom%C3%ADa_circular_ICONTEC.pdf

J

Jarvis, A. P., Alakangas, L., Azzie, B., Lindahl, L., Loredó, J., Madai, F., ... & Wolkersdorfer, C. (2012, May). *Developments and challenges in the management of mining wastes and waters in Europe. In 9th International Conference on Acid Rock Drainage, Ottawa, Canada (p. 203).* Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262535889_Developments_and_Challenges_in_the_Management_of_Mining_Wastes_and_Waters_in_Europe

K

Kishimoto, F. (2021). *El sector minero y su rol como impulsor de la economía circular en el Perú.* Perú.

L

Lehmann, L. (2019). *Economía circular el cambio cultural: de la gestión de residuos a la gestión de recursos.* Ciudad Autónoma de Buenos Aires: prosa y Poesía American Editores, 2019. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2955>

Centro de Estudios para el Desarrollo Sostenible, (CEID), la Fundación Konrad Adenauer (KAS) y Basura Cero. Global. (2019). *Memorias XII Congreso Internacional de Medio Ambiente. Economía Circular una herramienta para el desarrollo de los ODS.* Disponible en: <https://www.basuraceroglobal.com/wp-content/uploads/2020/08/Memorias-XII-Congreso-Internacional-de-Medio-Ambiente-2020.pdf>

M

Ministerio de Minas y Energía - Dirección de Minería Empresarial, 2021. *Economía Circular en el sector minero colombiano “Una oportunidad para la productividad de la minería”.* Bogotá D.C., Colombia

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2008). *Guía empresarial: Economía circular.* Disponible en: <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/transversales/guia-empresarial-de-economia-circular/200310-cartilla-economia-circular>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010) *Política Nacional para la*

Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 124 p. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>

N

Naciones Unidas (2014). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) 2012, Marco Central. Comisión Europea.* Disponibilidad en: <https://cepal.org/sites/default/files/document/files/scae-prologo.pdf>

O

Ortiz, J. S. (2019). *Modelos empresariales de economía circular en pymes de Cali.* Universidad Icesi. Disponible en: http://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/84703

ONU Programa para el Medio Ambiente. (2020). *Economía Circular resiliente e inclusiva para reconstruir mejor y más verde.* Disponible en: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/32922/Economi%CC%81a%20Circular_ALC.pdf?sequence=2&isAllowed=y

P

Pauliuk, S. (2017) *Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations.*

Resources, Conservation and Recycling. Volume 129, February 2018, Pages 81-92. Alemania. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.019>

Park, J. M., Park, J. Y., & Park, H. S. (2016). *A review of the National Eco-Industrial Park Development Program in Korea: Progress and achievements in the first phase, 2005–2010. Journal of cleaner production, 114, 33-44.* Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652615012160>

R

RESOLUCIÓN 1207 De 2014. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambienteds_1207_2014.htm

Resolución 1407 de 2018. *Responsabilidad extendida del producto para envases y empaques. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.* Disponible en: <http://www.andi.com.co/Uploads/RES%201407%20DE%202018.pdf>

RESOLUCIÓN 1457 de 2010. *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.* Disponible en: <https://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-de-apoyo/gestion-de-recursos-fisicos/resoluciones/resolucion-1457-de-2010.aspx>

Resolución 41286 de 2016. *Ministerio de Minas y energía.* Disponible en: http://www.1.upme.gov.co/documents/resolucion_41286_de_2016_proure.pdf

Resolución 40599, 2015. *Glosario Técnico Minero.* Ministerio de Minas y Energía. Disponible en: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/res_40599_15_glosario_tecnico_minero.pdf

Ribeiro Duthie, Ana Cristina. (2017). *Economía Circular y el papel de la minería.* Presentación – ResearchGate.

S

Schröder, P., Albaladejo, M., Ribas, P., MacEwen, M., & Tilkanen, J. (2020). *The circular economy in Latin America and the Caribbean: opportunities for building resilience.* Chatham House Research Paper. https://catedrarses.com.do/dnn4less.net/Portals/0/OpenContent/Files/468/The_circular_economy_in_Latin_America_and_the_Caribbean_compressed.pdf

Soberón, L. (2020). *Aplicación de economías circulares en minería. Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica del Perú.* MINERALS AND METALS, CIRCULAR ECONOMY GLOBAL SECTOR BEST PRACTICES SERIES. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/16891>

Sudha J. Goyal, D. (2004) *Fly ash as a soil ameliorant for improving crop production—a review.* Department of Biotechnology and Environmental Sciences, Thapar Institute of Engineering and Technology, Deemed University, 6 Patiala 147 004, Punjab, India

U

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME- UIS). (2018). *Realizar un análisis del potencial de reutilización de minerales en Colombia y definir estrategias orientadas a fomentar su aprovechamiento por parte de la industria en el país bajo el enfoque de economía circular.*



Reconformación morfológica
área de explotación minera
Fuente: Gravillera Albania

