

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – ATG LTDA.**  
CONTRATO DE CONSULTORÍA GGC-606-2021  
CONCEPTUALIZACIÓN Y ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE  
LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE POLÍTICA DE BUENAS PRÁCTICAS  
PARA ESTANDARIZAR LOS PROCESOS DE LA ACTIVIDAD MINERA  
RELACIONADOS CON “GESTIÓN Y MANEJO DE ESTÉRILES EN MINERÍA”  
Y CON “ECONOMÍA CIRCULAR EN LA ACTIVIDAD MINERA”.



# **PROPUESTA DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE POLÍTICA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA ESTANDARIZAR LOS PROCESOS DE GESTIÓN Y MANEJO DE ESTÉRILES EN MINERÍA**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA GGC-606-2021**

**Bogotá D.C.  
Diciembre 06 de 2021**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	6
1. RESUMEN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
2. MARCO CONCEPTUAL.....	10
3. MARCO NORMATIVO.....	13
4. METODOLOGÍA GENERAL.....	28
5. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA PARA LA GESTIÓN Y MANEJO DE ESTÉRILES .....	32
5.1 GENERACIÓN Y APROPIACIÓN DE CONOCIMIENTO DEL MATERIAL ESTÉRIL Y RESTRICCIONES QUE INCIDEN EN SU GESTIÓN Y MANEJO.....	33
5.2 DEFINICIÓN DE OPORTUNIDADES DE APROVECHAMIENTO DEL ESTÉRIL MINERO .....	34
5.3 DISPOSICIÓN Y MANEJO DEL MATERIAL ESTÉRIL (ESCOMBRERAS).....	35
6. LINEAMIENTOS PARA LOS PROCESOS RELACIONADOS CON GESTIÓN Y MANEJO DE ESTÉRILES MINEROS .....	37
6.1 LÍNEA ESTRATÉGICA CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL ESTÉRIL	38
6.2 LÍNEA ESTRATÉGICA CONOCIMIENTO DEL VOLUMEN DEL MATERIAL ESTÉRIL .....	41
6.3 LÍNEA ESTRATÉGICA RESTRICCIONES PARA EL MANEJO Y GESTIÓN DEL MATERIAL ESTÉRIL .....	44
6.4 LÍNEA ESTRATÉGICA DE APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL ESTÉRIL EN PROCESOS INTERNOS DEL PROYECTO MINERO .....	51
6.5 LÍNEA ESTRATÉGICA DE APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL ESTÉRIL EN ALTERNATIVAS EXTERNAS DEL PROYECTO MINERO	
<b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
6.6 LÍNEA ESTRATÉGICA CONCEPCIÓN . <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
6.7 LÍNEA ESTRATÉGICA PLANIFICACIÓN <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
6.8 LÍNEA ESTRATÉGICA DISEÑO .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
6.9 LÍNEA ESTRATÉGICA CONSTRUCCIÓN INICIAL <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	

6.10	LÍNEA ESTRATÉGICA OPERACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y CIERRE PROGRESIVO .....	¡Error! Marcador no definido.
6.11	LÍNEA ESTRATÉGICA CIERRE .....	¡Error! Marcador no definido.
6.12	LÍNEA ESTRATÉGICA POST CIERRE	¡Error! Marcador no definido.
6.13	LÍNEA ESTRATÉGICA MANTENIMIENTO	¡Error! Marcador no definido.
6.14	LÍNEA ESTRATÉGICA MONITOREO	¡Error! Marcador no definido.
6.15	LÍNEA ESTRATÉGICA GESTIÓN DEL RIESGO	¡Error! Marcador no definido.
6.16	LÍNEA ESTRATÉGICA GESTIÓN DEL CAMBIO	¡Error! Marcador no definido.
7.	CONCLUSIONES .....	126
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	128



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Restricciones en la gestión y manejo de estériles relacionadas con la normatividad minero ambiental.....	14
Tabla 2. Líneas estratégicas y número de lineamientos.....	37

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología de recolección de información primaria y secundaria. ....	28
Figura 2. Estructura metodológica de lineamientos.....	30
Figura 3. Líneas estratégicas para la gestión y manejo de estéril minero. ....	31
Figura 4. Planeación estratégica gestión y manejo de estériles en minería. ....	33
Figura 5. Esquema generación y apropiación de conocimiento del material estéril y factores que inciden en su gestión y manejo. ....	34
Figura 6. Definición de oportunidades de aprovechamiento del estéril minero.....	35
Figura 7. Disposición y manejo de estériles. ....	36
Figura 8. Consideraciones para la ubicación de la escombrera. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9. Labores mineras que originan estériles y sistemas de disposición.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 10. Tipos de escombreras según la secuencia de construcción.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## INTRODUCCIÓN

El presente documento denominado **Propuesta de Lineamientos Técnicos de Política de Buenas Prácticas para Estandarizar los Procesos de la Actividad Minera relacionados con la Gestión y Manejo de Estériles**, se elaboró bajo el marco del Contrato de Consultoría GGC-606-2021 celebrado entre el Ministerio de Minas y Energía (Dirección de Minería Empresarial) y la empresa ATG Ltda., que tiene como objeto ***“Contratar la conceptualización y elaboración de propuesta de lineamientos técnicos de política de buenas prácticas para estandarizar los procesos de la actividad minera relacionados con “Gestión y manejo de estériles en minería” y con “Economía circular en la actividad minera”, de acuerdo con las buenas prácticas internacionales”***.

Este documento surge del análisis de la recopilación e interpretación de la información nacional e internacional obtenida, de criterios, experiencias, lecciones aprendidas, directrices, principios, estándares, técnicas, métodos y metodologías que buscan reducir los impedimentos o restricciones que limitan el uso y aprovechamiento de estériles, los cuales se deben tener en cuenta a la hora de evaluar la gestión y manejo de estos materiales; ya que en el contexto interno existe por lo general un desconocimiento de la composición, propiedades y características físicas, químicas y geomecánicas del material estéril, lo que conlleva a declararlos como materiales sin valor; así mismo, la infraestructura interna que se encuentra implementada para la explotación, beneficio y transformación del mineral útil no tiene en cuenta otro tipo de minerales; la disposición de estériles no incluye evaluaciones o líneas base para seleccionar un sitio adecuado soportado por criterios técnicos y socio económicos, y no se emplean desde etapas tempranas de concepción y construcción de la escombrera, diseños, análisis y métodos de estabilidad geotécnica, si no que ésta se realiza en las etapas de cierre y post cierre de la instalación (escombrera) y del proyecto minero; del mismo modo, la infraestructura vial externa o aledaña al proyecto en ocasiones, no cumple con especificaciones para aportar elementos adicionales de presión en el flujo vehicular de carga.

Por lo general los proyectos mineros tienen un enfoque lineal y están diseñados para la explotación de minerales útiles, de importancia económica o de interés en los mercados globales desechando desde su concepción materiales adyacentes o gangas u otros elementos o minerales concomitantes, es decir no se realizan caracterizaciones, investigaciones o modelos predictivos desde etapas iniciales o tempranas o desde la fase de prefactibilidad minera, que conlleven un conocimiento integral u holístico de los depósitos o yacimientos mineros al interior del título minero.

Es importante indicar que adicional a lo anterior, la presión social, las restricciones ambientales, y el aumento de la demanda y precios de los commodities y algunos metales, también han provocado una dinámica comercial a nivel global que tiene como consecuencia un marcado interés en la investigación, caracterización y valorización de residuos mineros, tipo estériles, los cuales hoy son fuente potencial de metales básicos y otro tipo de minerales.

Por lo tanto, este documento expone una propuesta de lineamientos técnicos de política de buenas prácticas para estandarizar los procesos de gestión y manejo de estériles, dada la necesidad de establecer bases para dicha gestión, a través de líneas estratégicas que comprenden y se interrelacionan con las etapas principales del ciclo de vida de un proyecto minero: exploración, construcción y montaje, explotación, cierre y post-cierre, los cuales se enfocan en fomentar y en fortalecer la mirada hacia la gestión (aprovechamiento) de estériles, sin minimizar la importancia de su manejo (disposición) dado que es el destino principal que estos materiales tienen pero queriendo alertar e incentivar a los titulares y operadores mineros sobre la oportunidad que estos materiales podrían brindar con la dinámica y devenir tecnológico global en el tiempo.

## 1. RESUMEN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de conceptualización y elaboración de una Propuesta de Lineamientos Técnicos de Política de Buenas Prácticas para Estandarizar los Procesos de la Actividad Minera relacionados con Gestión y Manejo de Estériles se desarrolló a partir de la recopilación, revisión, análisis e interpretación de información relacionada con mejores prácticas, técnicas disponibles, disposiciones y restricciones asociadas a la gestión y manejo del estéril. La información fue obtenida en dos fases, la primera fase correspondiente a información secundaria recopilada a nivel nacional e internacional, y la segunda fase, a información primaria proveniente de las experiencias y conocimiento aportado por empresas mineras, actores institucionales, académicos y organizaciones del país.

Los **Lineamientos Técnicos de Política de Buenas Prácticas para Estandarizar los Procesos de la Actividad Minera relacionados con la Gestión y Manejo de Estériles** propuestos en el presente documento, parten de la necesidad de normalizar procesos que permitan aumentar la competitividad y desarrollo del sector minero colombiano, siendo un referente de orientación y planificación para los diferentes actores mineros, en aras de desarrollar una minería sostenible, técnica, competitiva, innovadora y con responsabilidad social.

La minería, así como cualquier otro tipo de actividad humana genera residuos que deben ser gestionados buscando ampliar su vida útil por medio de procesos de reutilización, reúso y/o reciclaje. En la actualidad, la gestión de los residuos mineros se convierte en un reto técnico y ambiental para la industria extractiva, dado los volúmenes, características del material y procesos necesarios para su gestión y manejo.

La gestión de los estériles debe estar encaminada al aprovechamiento del material, minimizando el volumen a manejar en las escombreras, siendo este un escenario ideal y hoy por hoy utópico; lo anterior, a través del logro de cambios en los procesos de explotación tendientes a la implementación y optimización de nuevas tecnologías, permitiendo un mayor aprovechamiento de los recursos existentes.

Con el fin de lograr el objetivo propuesto, se establecieron Líneas Estratégicas a partir de una Planeación Estratégica enfocada a la toma de decisiones, que permitirá estandarizar procedimientos a utilizar por las empresas/operadores/mineros en los diferentes momentos o etapas del proyecto

minero en donde se encuentren, permitiendo llegar a la meta propuesta. Las Líneas Estratégicas son, *Caracterización del Material Estéril, Conocimiento del Volumen de Material Estéril, Restricciones para el Manejo y Gestión del Material Estéril, Aprovechamiento del Material Estéril en Procesos Internos del Proyecto Minero, Aprovechamiento del Material Estéril en Alternativas Externas del Proyecto Minero, Concepción, Planificación, Diseño, Construcción Inicial, Operación, Construcción y Cierre Progresivo, Cierre, Post-Cierre, Mantenimiento, Monitoreo, Gestión del Riesgo y Gestión del Cambio*. En total son dieciséis (16) Líneas Estratégicas.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

Para el desarrollo de la propuesta de Lineamientos relacionados a la Gestión y Manejo de Estériles, se analizaron los siguientes conceptos definidos en el Glosario Minero elaborado y publicado por el Ministerio de Minas y Energía en el año 2015.

**Descapote:** En minería a cielo abierto, etapa en la cual se remueve la capa vegetal, el suelo o el "estéril" (mineral o roca que no representa beneficio económico para la empresa minera) que cubre un yacimiento, para dejar descubierto el mineral de interés económico. Operación que se realiza durante la fase de preparación. El material del descapote debe ser dispuesto adecuadamente para su posterior reutilización en procesos de restauración o recuperación ambiental<sup>1</sup>.

**Dilución:** Residuos de roca de bajo grado, inevitablemente retirados con el material en el proceso de minería, que contribuyen a bajar el grado del mineral explotado. Hace referencia al porcentaje de material estéril o de baja ley que se mezcla con el mineral producido por el método de explotación utilizado, y las operaciones complementarias<sup>2</sup>.

**Escombrera:** 1. Depósito donde se disponen de manera ordenada los materiales o residuos no aprovechables (estériles) procedentes de las labores de extracción minera. 2. Lugar seleccionado para depositar la capa vegetal, estériles y otros desechos sólidos provenientes de la explotación o el beneficio de los minerales<sup>3</sup>.

**Escombros (industria minera):** 1. Material o roca que fueron rotos mediante la voladura. 2. Material de suelo, arena, arcilla o limo, inconsolidados, encontrados como material de recubrimiento en las operaciones de minería a cielo abierto. 3. Material estéril producido en una mina<sup>4</sup>.

**Estéril:** 1. Se dice de la roca o del material de vena que prácticamente no contiene minerales de valor recuperables, que acompañan a los minerales de valor y que es necesario remover durante la operación minera para extraer el mineral útil. 2. En carbones, del estrato sin carbón, o que contiene mantos de carbón muy delgados para ser minados. 3. En depósitos minerales lixiviados, se

<sup>1</sup> Ministerio de Minas y Energía, Resolución 40599 2015 Glosario Técnico Minero.

<sup>2</sup> Ministerio de Minas y Energía, Resolución 40599 2015 Glosario Técnico Minero.

<sup>3</sup> Ministerio de Minas y Energía, Resolución 40599 2015 Glosario Técnico Minero.

<sup>4</sup> Ministerio de Minas y Energía, Resolución 40599 2015 Glosario Técnico Minero.

dice de una solución de la cual los minerales de valor disueltos han sido removidos por precipitación, intercambio de iones, o por extracción por solventes. 4. Escombros que se forman cuando se explotan las minas. En las explotaciones mineras se utiliza el mineral aprovechable, pero el resto del material que acompaña al mineral y no es útil (ganga) se deja acumulado cerca de las galerías o explotaciones mineras en forma de derrubios. 5. Material sin valor económico que cubre o es adyacente a un depósito de mineral y que debe ser removido antes de extraer el mineral<sup>5</sup>.

**Ganga:** 1. Minerales que no presentan interés económico en un yacimiento, aquella parte de una mena que no es económicamente deseable, pero que no puede ser desechada en minería. Ella es separada de los minerales de mena durante los procesos de concentración. Este concepto se opone al de mena. Es el material estéril o inútil que acompaña al mineral que se explota. Generalmente son minerales no metálicos, o bien la roca encajante y muy ocasionalmente pueden ser minerales metálicos. Los minerales de ganga son aquellos que no son beneficiables, pero en algunos casos estos minerales pueden llegar a ser económicamente explotables (al conocerse alguna aplicación nueva para los mismos) y, por lo tanto, dejarían de ser ganga, por ejemplo, el mineral de ganga es galena. 2. La roca de derroche que rodea un depósito de mineral; también la materia de menor concentración en un mineral<sup>6</sup>.

**Material estéril:** Se definen así el suelo, los sedimentos y las rocas que cubren el subafloramiento de carbón; en este caso toma el nombre de "estéril de cobertura u overburden". Igual definición tienen las rocas que separan dos mantos de carbón, en este caso toman el nombre de "estéril entremantos o interburden"<sup>7</sup>.

**Mineral de ganga:** 1. Minerales que no presentan interés económico en un yacimiento, aquella parte de una mena que no es económicamente deseable, pero que no puede ser desechada en minería. Ella es separada de los minerales de mena durante los procesos de concentración. Este concepto se opone al de mena. Es el material estéril o inútil que acompaña al mineral que se explota. Generalmente son minerales no metálicos, o bien la roca encajante y muy ocasionalmente pueden ser minerales metálicos. Los minerales de ganga son aquellos que no son beneficiables, pero en algunos casos estos minerales pueden llegar a ser económicamente explotables (al conocerse alguna aplicación nueva para los mismos) y, por lo tanto, dejarían de ser ganga, por

<sup>5</sup> Ministerio de Minas y Energía, Resolución 40599 2015 Glosario Técnico Minero.

<sup>6</sup> Ministerio de Minas y Energía, Resolución 40599 2015 Glosario Técnico Minero.

<sup>7</sup> Ministerio de Minas y Energía, Resolución 40599 2015 Glosario Técnico Minero.

ejemplo, el mineral de ganga es galena. 2. La roca de derroche que rodea un depósito de mineral; también la materia de menor concentración en un mineral<sup>8</sup>.

**Relleno (industria minera):** Roca de desecho o estéril utilizado para rellenar el vacío que se forma al extraer un cuerpo mineral<sup>9</sup>.

A partir del análisis realizado, conocimiento obtenido, experiencias y buenas prácticas identificadas en el desarrollo del proyecto, se evidenció que las definiciones actuales de estéril lo relacionan como un material sin valor económico, no útil, no aprovechable, que es necesario remover, y está asociado, es adyacente o cubre el mineral de interés, lo que direcciona su manejo hacia la disposición en escombreras, limitando su gestión al no tenerse en cuenta su potencial de aprovechamiento; a continuación, se presenta la propuesta conceptual elaborada por ATG Ltda. para definir que es un Estéril en minería:

*Material **sobrante** que es necesario remover teniendo en cuenta **tipo de yacimiento, tipo de mineral y factores modificadores** considerados en la categorización y estimación de recursos y reservas, ya que se encuentra asociado, es adyacente o cubre el mineral de interés que dio origen al proyecto minero; su **manejo** se realiza mediante **disposición en escombreras**, y la **gestión** se hace a través de su **aprovechamiento, mediante la generación de conocimiento, mercado y valor**, teniendo como alternativas el uso interno dentro del proyecto minero para obras civiles, o en usos externos en obras de infraestructura a nivel regional, entre otros.*

---

<sup>8</sup> Ministerio de Minas y Energía, Resolución 40599 2015 Glosario Técnico Minero.

<sup>9</sup> Ministerio de Minas y Energía, Resolución 40599 2015 Glosario Técnico Minero.

### 3. MARCO NORMATIVO

Los Lineamientos Técnicos de Política de Buenas Prácticas para Estandarizar los Procesos de la Actividad Minera relacionados con la Gestión y Manejo de Estériles buscan ser una herramienta práctica para los titulares mineros, operadores mineros y empresarios, para su aplicación se debe realizar una evaluación de la normatividad actual vigente, y un riguroso análisis jurídico interno; es decir, al interior de cada proyecto minero se deben identificar y evaluar las disposiciones normativas relacionadas a los estériles, las cuales están consignadas en los instrumentos minero y ambiental otorgados; a partir de este conocimiento es posible definir potenciales impedimentos legales que limiten o condicionen la gestión y manejo de los estériles a partir de las alternativas planteadas; así mismo el resultado del ejercicio de valoración jurídica puede conllevar a identificar oportunidades de aprovechamiento.

En esencia, los impedimentos legales están asociados a las disposiciones normativas actuales que en algunos casos no son claras respecto a alternativas de gestión y manejo de los estériles; es decir, no se tiene especificidad en cuanto a los trámites y pasos necesarios para lograr una gestión hacia su aprovechamiento.

Hoy por hoy, para enfrentar estos potenciales impedimentos se suscita la necesidad de realizar modificaciones a los instrumentos minero y ambiental otorgados por las autoridades nacionales (Agencia Nacional de Minería y ANLA), departamentales (Gobernaciones con funciones de autoridad minera) y territoriales (Corporaciones Autónomas Regionales); modificaciones relacionadas con la inclusión de potenciales minerales aprovechables componentes del material estéril en los títulos mineros, como en el RUCOM, y en las resoluciones para declaración y pago de regalías.

Por lo anterior, este proyecto de formulación de Lineamientos pretende aportar al proceso que actualmente desarrolla la autoridad minera, encaminado a que basados en las experiencias y conceptos técnico-jurídicos (ANM) es perentorio identificar restricciones y oportunidades de mejora normativa por parte de la institucionalidad que promuevan en un futuro cercano la inclusión de ajustes al marco legal, en donde se consideren necesidades y realidades actuales del sector minero colombiano orientadas al desarrollo de una minería sostenible.

En la **Tabla 1** se presenta el análisis de algunas restricciones identificadas en la normatividad minero ambiental vigente en Colombia, para la gestión y manejo de estériles.

**Tabla 1. Restricciones en la gestión y manejo de estériles relacionadas con la normatividad minero ambiental.**

LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA	TÍTULO II. CAPÍTULO 1. DE LOS DERECHOS FUNDAMENTALES	Artículo 25. El trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado. Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas.	
	TÍTULO II. CAPÍTULO 3. DE LOS DERECHOS COLECTIVOS Y DEL AMBIENTE	<p>Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.</p> <p>Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Asimismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas</p>	Colombia como un Estado Social de derecho y garantista de los derechos no solo fundamentales individuales sino aquellos derechos colectivos, el garantizar un ambiente sano incluye todas aquellas acciones tendientes al cuidado y protección al medio ambiente, es por ello que en cumplimiento de estas disposiciones, se emiten leyes del orden nacional y acogen Convenios y Convenciones con entidades del orden internacional que permitan garantizar de manera efectiva dichos derechos; es decir, el simple hecho que la Constitución señale dicho derecho, ya existe a obligación de acatarlo y por intermedio de las autoridades legislativas proferir el desarrollo del mismo. Artículo relacionado al acogimiento y aplicación de normas nacionales e internacionales sobre economía circular.
	TÍTULO XII. CAPÍTULO 1. DE LAS	Artículo 332. El Estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, sin perjuicio de los derechos adquiridos y perfeccionados con arreglo a las leyes preexistentes.	Como pilar fundamental en las políticas de gobierno, se encuentra la política económica, que debe propender por una sostenibilidad que permita mejorar la calidad de vida, queriendo ello decir, que se



LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
	<b>DISPOSICIONES GENERALES</b>	Artículo 334. La dirección general de la economía estará a cargo del Estado. Este intervendrá, por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir en el plano nacional y territorial, en un marco de sostenibilidad fiscal, el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano.	deben garantizar oportunidades para el desarrollo laboral, industrial, social, por ello al ser propietario del subsuelo y quien debe administrar de forma eficiente los recursos naturales asegura con ello la protección de los derechos fundamentales al trabajo y a un ambiente sano, es decir, busca soluciones prácticas y avances tecnológicos que en vez de impactar negativamente sea todo lo contrario, contribuyan al logro del mandato constitucional.
	<b>TÍTULO XII. CAPÍTULO 4. DE LA DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS Y DE LAS COMPETENCIAS</b>	Artículo 360. La explotación de un recurso natural no renovable causará, a favor del Estado, una contraprestación económica a título de regalía, sin perjuicio de cualquier otro derecho o compensación que se pacte. La ley determinará las condiciones para la explotación de los recursos naturales no renovables. Mediante otra ley, a iniciativa del Gobierno, la ley determinará la distribución, objetivos, fines, administración, ejecución, control, el uso eficiente y la destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios. Este conjunto de ingresos, asignaciones, órganos, procedimientos y regulaciones constituye el Sistema General de Regalías.	
		Artículo 361. Los ingresos del Sistema General de Regalías se destinarán al financiamiento de proyectos para el desarrollo social, económico y ambiental de las entidades territoriales; al ahorro para su pasivo pensional; para inversiones físicas en educación, para inversiones en ciencia, tecnología e innovación; para la generación de ahorro público; para la fiscalización de la exploración y explotación de los yacimientos y conocimiento y cartografía geológica del subsuelo; y para aumentar la competitividad general de la economía, buscando mejorar las condiciones sociales de la población.	



LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
<p><b>LEY 685 DE 2001 – CÓDIGO DE MINAS</b></p>	<p><b>TÍTULO I. CAPÍTULO 1. LA PROPIEDAD ESTATAL</b></p>	<p>Artículo 2. El código de minas regula las relaciones jurídicas del Estado con los particulares y las de estos entre sí, por causa de los trabajos y obras de la industria minera en sus fases de prospección, exploración, construcción y montaje, explotación, beneficio, transformación, transporte y promoción de los minerales que se encuentren en el suelo o el subsuelo, ya sean de propiedad nacional o de propiedad privada.</p> <p>Artículo 4. De conformidad con el artículo 84 de la Constitución Política, ninguna autoridad podrá establecer ni exigir, permisos, licencias o requisitos adicionales para la procedencia de las propuestas o para la expedición, perfeccionamiento y ejercicio del título minero, sin perjuicio de la competencia de la autoridad ambiental.</p> <p>Artículo 5. Propiedad de los Recursos Mineros. Los minerales de cualquier clase y ubicación, yacientes en el suelo o el subsuelo, en cualquier estado físico natural, son de la exclusiva propiedad del Estado, sin consideración a que la propiedad, posesión o tenencia de los correspondientes terrenos, sean de otras entidades públicas, de particulares o de comunidades o grupos.</p>	<p>El código de minas es la norma mediante la cual no solo se regulan las relaciones jurídicas entre los particulares y el Estado, sino también establece de forma armónica la actividad minera en todas sus etapas con el fin de lograr una explotación de los recursos naturales no renovables en procura de la protección del ambiente, teniendo en cuenta el concepto integral de desarrollo sostenible y el fortalecimiento económico del país.</p> <p>Es desde esta norma que los mineros realmente se han visto respaldados por los gobiernos, ya que ha brindado posibilidades para desarrollar en forma eficiente proyectos mineros al considerar la minería como un actividad de utilidad pública y social; desde entonces se entendió que cualquier persona puede acceder a ella, asumiendo las responsabilidades y obligaciones que esto conlleva como lo es la protección al ambiente.</p>
	<p><b>CAPÍTULO 2. DERECHO A EXPLORAR Y EXPLOTAR</b></p>	<p>Artículo 13. Utilidad pública. En desarrollo del artículo 58 de la Constitución Política, declárase de utilidad pública e interés social la industria minera en todas sus ramas y fases. Por tanto podrán decretarse a su favor, a solicitud de parte interesada y por los procedimientos establecidos en este Código, las expropiaciones de la propiedad de los bienes inmuebles y demás derechos constituidos sobre los mismos, que sean necesarios para su ejercicio y eficiente desarrollo. La expropiación consagrada en este artículo, en ningún caso procederá sobre los bienes adquiridos, construidos o destinados por los</p>	



LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
		<p>beneficiarios de un título minero, para su exploración o explotación o para el ejercicio de sus correspondientes servidumbres.</p> <p>Artículo 14. Título minero. A partir de la vigencia de este Código, únicamente se podrá constituir, declarar y probar el derecho a explorar y explotar minas de propiedad estatal, mediante el contrato de concesión minera, debidamente otorgado e inscrito en el Registro Minero Nacional. Lo dispuesto en el presente artículo deja a salvo los derechos provenientes de las licencias de exploración, permisos o licencias de explotación, contratos de explotación y contratos celebrados sobre áreas de aporte, vigentes al entrar a regir este Código. Igualmente quedan a salvo las situaciones jurídicas individuales, subjetivas y concretas provenientes de títulos de propiedad privada de minas perfeccionadas antes de la vigencia del presente estatuto.</p>	
	<p><b>TÍTULO II.                  CAPÍTULO V. EL                  CONTRATO DE                  CONCESIÓN</b></p>	<p>Artículo 61. Minerales que comprende la concesión. El concesionario tiene derecho a explotar además de los minerales expresamente comprendidos en el contrato, los que se hallen en liga íntima o asociados con estos o se obtengan como subproductos de la explotación. Para los efectos del presente artículo, se considera que se hallan en liga íntima los minerales que hacen parte del material extraído y que su separación sólo se obtiene mediante posteriores procesos físicos o químicos de beneficio.</p> <p>Artículo 62. Adición al objeto de la concesión. Cuando por los trabajos de exploración o explotación se encontraren minerales distintos de los que son objeto del contrato y que no se encontraren en las circunstancias señaladas en el artículo anterior, el interesado podrá solicitar que su concesión se extienda a dichos minerales sin más trámite o formalidad que la suscripción de un acta adicional que se anotará en el Registro Minero Nacional.</p>	<p>Este artículo es el más importante al momento de considerar dar un manejo a los estériles que son producto de la extracción de minerales, el cual señala que además del mineral o minerales objeto de una concesión, pueden ser explotados los que se hallen en liga íntima a éste; marca la pauta para que el titular pueda considerar económicamente explotable dichos minerales que se han obtenido como subproducto en el proceso de separación del mineral; sin embargo, esto conduce a la obligación de declarar regalías por dichos minerales, pero deja el vacío sobre aquellos minerales que no se encuentran determinados como minerales objeto de declaración de regalías.</p> <p>Como una posible solución se propone el darle a dichos minerales el carácter de estériles y buscar desde el modelo de economía circular otro uso bien sea interno o externo que contribuya a la sustentabilidad del proyecto pero que también aporte desde otro</p>



LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
			<p>enfoque no solo en lo económico, sino también en lo social, en el ambiente, y en lo educativo en la región donde se encuentra ubicado el proyecto minero.</p>
	<p><b>TÍTULO II. CAPÍTULO 6. AREA DE LA CONCESION</b></p>	<p>Artículo 68. Definiciones técnicas. El Gobierno Nacional adoptará un glosario o lista de definiciones y términos técnicos en materia minera que serán de obligatorio uso por los particulares y por las autoridades y funcionarios en la elaboración, presentación y expedición de documentos, solicitudes y providencias que se produzcan en las actuaciones reguladas por este Código.</p>	<p>Ordena la adopción de un glosario minero, el cual es de obligatorio cumplimiento para actores, funcionarios y particulares en el sector minero ambiental. Este documento contribuye a despejar dudas sobre conceptos técnicos y jurídicos aplicables a la operación minera y a solicitudes ante las autoridades.</p>
	<p><b>TÍTULO II. CAPÍTULO 8. DE LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN</b></p>	<p>Artículo 84. Programa de trabajos y obras. Los estudios y trabajos de exploración, el concesionario, antes del vencimiento definitivo de este período, presentará para la aprobación de la autoridad concedente o el auditor, el Programa de Trabajos y Obras de Explotación que se anexará al contrato como parte de las obligaciones. Este programa deberá contener los siguientes elementos y documentos:</p>	<p>El Programa de Trabajos y Obras es el instrumento fundamental en la labores mineras, ya que es donde establece el plan y diseño minero que se llevará a cabo durante las etapas de construcción y montaje, explotación, cierre y abandono; en este se define el volumen de mineral, su acopio, transporte, beneficio y transformación, igualmente en este se presenta el diseño de la escombrera que es el lugar en el que se dispondrán los estériles producto de la actividad minera.</p> <p>Como propuesta se puede considerar el uso de los estériles, es decir, todo aquello considerado sin valor económico, como materia prima en los procesos del modelo de economía circular, como son: reciclar, reusar y reducir.</p>



LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
	<p><b>TÍTULO II. CAPÍTULO 9. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE</b></p>	<p>Artículo 93. Plantas de transformación. Si fuere indispensable para efectuar los trabajos de explotación integrar al complejo industrial de extracción y beneficio, plantas de procesamiento, éstas se deberán incluir en el montaje a petición del interesado. Se entiende por transformación la modificación mecánica o química del mineral extraído y beneficiado, a través de un proceso industrial del cual resulte un producto diferente no identificable con el mineral en su estado natural.</p>	<p>Para el montaje de la planta de beneficio y transformación, el minero deberá consultar las guías minero ambientales, ya que le orientaran de manera conceptual y metodológica hacia la mejora en la gestión y desempeño en la actividad minera y la relacionada con el componente ambiental; también el minero puede plantear la disposición que dará a los estériles señalando desde el punto de vista económico, social y ambiental los planes y proyectos a desarrollar.</p>
	<p><b>TÍTULO II. CAPÍTULO 10. OBRAS Y TRABAJO DE EXPLOTACION</b></p>	<p>Artículo 95. Naturaleza de la explotación. La explotación es el conjunto de operaciones que tienen por objeto la extracción o captación de los minerales yacientes en el suelo o subsuelo del área de la concesión, su acopio, su beneficio y el cierre y abandono de los montajes y de la infraestructura. El acopio y el beneficio pueden realizarse dentro o fuera de dicha área. El beneficio de los minerales consiste en el proceso de separación, molienda, trituración, lavado, concentración y otras operaciones similares, a que se somete el mineral extraído para su posterior utilización o transformación.</p> <p>Artículo 98. Disposición de la producción. El concesionario dispondrá libremente el destino de los minerales explotados y establecerá las condiciones de su enajenación y comercialización.</p> <p>Artículo 99. Manejo adecuado de los recursos. El concesionario está obligado a poner en práctica las reglas, métodos y procedimientos técnicos propios de la explotación minera, que eviten daños a los materiales explotados o removidos o que deterioren o esterilicen las reservas.</p>	<p>La etapa de explotación es donde se materializa el diseño y planeación que se estableció en el Programa de Trabajos y Obras, es allí cuando se deben tomar las decisiones que redunden en beneficio de un buen manejo de los residuos que se van generando con el fin de determinar el mejoramiento de los procesos en materia minera y ambiental.</p> <p>Estos artículos del código de minas determinan la disposición final del mineral para efectos de comercializarlo o enajenarlo, el adecuado manejo que se le debe dar a los recursos naturales no renovables y el registro que debe llevarse de producción; también se encuentran temáticas sobre la gestión del estéril, porque como se menciona en el artículo 98, el concesionario es quien dispone libremente no solo del mineral sino también de lo que sobre luego del proceso de transformación y beneficio; la enajenación, no solo se refiere a venta, también a donación (que siempre será a título gratuito), esto como propuesta a la gestión y aprovechamiento de</p>



LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
		Artículo 100. Registros de la producción. Durante la explotación se llevarán registros e inventarios actualizados de la producción en boca o borde de mina y en sitios de acopio, para establecer en todo tiempo los volúmenes de los minerales en bruto y de los entregados a las plantas de beneficio y si fuere del caso, a las de transformación. Estos registros e inventarios se suministrarán, con la periodicidad que señale la autoridad, al Sistema Nacional de Información Minera.	estériles.  El artículo 100 se refiere al registro de la producción, sin embargo, paralelamente se debe estimar el volumen de estériles que se producen con la actividad minera lo que permitirá determinar que uso se puede dar, como lo es reciclar, reusar o si es posible reducir.
	<b>TÍTULO II.                      CAPÍTULO 11.                      OPERACIONES                      CONJUNTAS</b>	Artículo 106. Plantas y procesos de beneficio. Quienes construyan y operen plantas e instalaciones independientes para beneficiar minerales provenientes de explotaciones de terceros, e igualmente quienes se dediquen al proceso de joyería y elaboración de gemas, disfrutarán de las ventajas y prerrogativas que en las leyes se consagran a favor de la minería.	Se brindan pautas para que a través de la colaboración empresarial surjan proyectos de sostenibilidad minera y ambiental, que tengan que ver con modelos de negocios de economía circular que beneficien a las comunidades aledañas.
	<b>TÍTULO III.                      CAPÍTULO 13.                      MATERIALES                      PARA VIAS                      PUBLICAS</b>	Artículo 116. Autorización temporal. La autoridad nacional minera o su delegataria, a solicitud de los interesados podrá otorgar autorización temporal e intransferible, a las entidades territoriales o a los contratistas, para la construcción, reparación, mantenimiento y mejoras de las vías públicas nacionales, departamentales o municipales mientras dure su ejecución, para tomar de los predios rurales, vecinos o aledaños a dichas obras y con exclusivo destino a éstas, con sujeción a las normas ambientales, los materiales de construcción, con base en la constancia que expida la Entidad Pública para la cual se realice la obra y que especifique el trayecto de la vía, la duración de los trabajos y la cantidad máxima que habrán de utilizarse.  Artículo 118. Regalías. Los contratistas de vías públicas que exploten materiales de construcción conforme a las disposiciones de este Capítulo estarán obligados a pagar las regalías establecidas por la ley	



LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
		<p>Artículo 119. Excedentes. No habrá lugar a la venta o comercialización por parte del contratista, de la producción o de los excedentes de los materiales de construcción explotados y no utilizados en la construcción de las vías públicas de que trata este Capítulo.</p> <p>Artículo 120. Información. La autoridad contratante de las vías públicas deberá informar a la autoridad minera sobre la construcción de dichas obras y esta autoridad, a su vez, informará a aquella en el término de treinta (30) días sobre la existencia y ubicación de las canteras y minas de materiales de construcción del área de influencia de tales vías, que estén amparadas por títulos mineros vigentes.</p>	
	<p><b>CAPÍTULO 20. ASPECTOS AMBIENTALES</b></p>	<p>Artículo 194. Sostenibilidad. El deber de manejar adecuadamente los recursos naturales renovables y la integridad y disfrute del ambiente, es compatible y concurrente con la necesidad de fomentar y desarrollar racionalmente el aprovechamiento de los recursos mineros como componentes básicos de la economía nacional y el bienestar social. Este principio deberá inspirar la adopción y aplicación de las normas, medidas y decisiones que regulan la interacción de los dos campos de actividad, igualmente definidos por la ley como de utilidad pública e interés social.</p> <p>Artículo 195. Inclusión de la Gestión Ambiental. Para todas las obras y trabajos de minería adelantados por contrato de concesión o por un título de propiedad privada del subsuelo, se incluirán en su estudio, diseño, preparación y ejecución, la gestión ambiental y sus costos, como elementos imprescindibles para ser aprobados y autorizados. En ningún caso la autoridad ambiental podrá otorgar permisos, concesiones, autorizaciones o licencias de orden ambiental, para obras y trabajos no amparados por un título minero.</p> <p>196. Ejecución inmediata. Las disposiciones legales y reglamentarias de orden ambiental son de aplicación general e inmediata para todas las obras y labores mineras a las que les sean aplicables.</p>	



LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
		Artículo 203. Uso de recursos. Cuando en desarrollo de los trabajos de exploración se requiera usar en forma ocasional o transitoria, recursos naturales renovables de la zona explorada, se autorizará dicho uso por la correspondiente autoridad ambiental.	
		Artículo 215. Costos y tasas. Por la utilización de los recursos naturales renovables que haga el minero en sus labores extractivas, está obligado a pagar todos los costos y tasas retributivas y compensatorias de orden ambiental que establece la ley, incluyendo los de los servicios de evaluación y seguimiento.	
	<b>TÍTULO VI.                      CAPÍTULO 22.                      ASPECTOS                      ECONÓMICOS Y                      TRIBUTARIOS</b>	Artículo 227. La Regalía. De conformidad con los artículos 332 y 360 de la Constitución Política, toda explotación de recursos naturales no renovables de propiedad estatal genera una regalía como contraprestación obligatoria. Esta consiste en un porcentaje, fijo o progresivo, del producto bruto explotado objeto del título minero y sus <u>subproductos</u> , calculado o medido al borde o en boca de mina, pagadero en dinero o en especie. También causará regalía la captación de minerales provenientes de medios o fuentes naturales que técnicamente se consideren minas. En el caso de propietarios privados del subsuelo, estos pagarán no menos del 0.4% del valor de la producción calculado o medido al borde o en boca de mina, pagadero en dinero o en especie. Estos recursos se recaudarán y distribuirán de conformidad con lo dispuesto en la Ley 141 de 1994. El Gobierno reglamentará lo pertinente a la materia.	Se deben tener en cuenta las definiciones que aparecen en el Glosario Técnico Minero, 2015, así:  <u>Subproducto:</u> Metal o producto mineral secundario recuperado en el proceso de molienda o de beneficio cuya importancia económica para la empresa es de segundo plano. <u>Subproductos de la explotación:</u> 1. Se entienden como subproductos de la explotación, todos aquellos minerales que, si están o no asociados con los del Contrato de Concesión, tienen que ser removidos del yacimiento durante la operación de extracción minera, pero cuya explotación separada no se justifica económicamente. 2. Se considera que un mineral es un subproducto de la explotación del concesionario, cuando es necesariamente extraído con el que es objeto del contrato y <b>que por su calidad o cantidad no sería económicamente explotable en forma separada.</b> (negrilla fuera de texto)
		Artículo 229. Incompatibilidad. La obligación de pagar regalías sobre la explotación de recursos naturales no renovables es incompatible con el establecimiento de impuestos nacionales, departamentales y	



LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
		municipales sobre esa misma actividad, sean cuales fueren su denominación, modalidades y características.	
	<p><b>TÍTULO VII. CAPÍTULO 25. NORMAS DE PROCEDIMIENTO</b></p>	<p>Artículo 272. Manejo Ambiental. En la propuesta el interesado deberá hacer la manifestación expresa de su compromiso de realizar los trabajos de exploración técnica con estricta sujeción a las <b>guías ambientales</b>, que para esa actividad expida la autoridad competente, en un todo aplicadas a las condiciones y características específicas del área solicitada descrita en la propuesta. En caso de que la actividad de exploración requiera usar o aprovechar recursos naturales renovables, deberá obtener el permiso, la concesión o la autorización ambiental de la autoridad competente.</p>	
	<p><b>TÍTULO VIII. CAPÍTULO 32. DISPOSICIONES FINALES</b></p>	<p>Artículo 352. Beneficios y prerrogativas. Los términos, condiciones y obligaciones establecidas en las leyes anteriores para los beneficiarios de títulos mineros perfeccionados, serán cumplidas conforme a dichas leyes y a las cláusulas contractuales correspondientes, <b>sin perjuicio de serles aplicables los beneficios de orden operativo y técnico, así como las facilidades y eliminación o abreviación de trámites e informes que se consignan en este Código</b>, con excepción de las referentes a las condiciones o contraprestaciones económicas. En lo que corresponde a la reversión de bienes se estará a lo dispuesto en el artículo 113 y 357 de este Código.</p>	
<p><b>DECRETO 2222 DE 1993</b></p>	<p><b>TÍTULO IV. CAPÍTULO I. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES</b></p>	<p>Artículo 134. Los estériles y colas deberán ser dispuestos en forma apropiada en botaderos previamente seleccionados, principalmente para lograr la estabilidad de los llenos generados por los materiales, teniendo en cuenta la dirección del viento, de tal manera que la acción de este no ocasione arrastre y dispersión de polvo hacia la comunidad vecina.</p>	

LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
		Artículo 135. Durante la selección de los sitios de almacenamiento deberá evitarse el depósito de estériles sobre zonas susceptibles de ser explotadas. La capa vegetal del área seleccionada deberá ser retirada y almacenada en un lugar diferente, con el fin de utilizarla posteriormente para la restauración de suelos afectados por la actividad minera.	

<p><b>RESOLUCIÓN 18-0861 DE 2002 ADOPTA LAS GUÍAS MINERO AMBIENTALES</b></p>	<p><b>MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA y MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE</b></p>	<p>Guías minero ambientales para explotación.</p>	<p>En las guías minero ambientales se aborda de manera general la normatividad minera, y ambiental relacionada con trámites mineros, medios e instrumentos ambientales, permisos, autorizaciones, y competencias vigentes a la fecha de expedición de las guías. En el desarrollo del documento se evidencia que a partir del capítulo de evaluación de impactos ambientales se considera de una manera directa la gestión y manejo del material estéril, al cual se hace alusión como disposición de sobrantes; teniendo en cuenta particularidades únicas, esto dependiendo de las alternativas de manejo planteadas, ubicación del depósito de estéril, proceso de beneficio y transformación desarrollados, tecnología utilizada, variables ambientales, económicas y sociales. Para la evaluación de los impactos ambientales del componente aire, suelo, agua, paisaje, etc. se enuncian actividades relacionadas al manejo del estéril, medidas de prevención, control y mitigación. Es interesante como las guías abordan aspectos tales como la exploración, estableciendo como actividades inherentes a la gestión y manejo del material estéril conllevando intrínsecamente impactos ambientales que deben ser minimizados mediante una adecuada planificación, prevención, control y corrección, reduciendo su influencia sobre el medio natural; por lo cual las guías minero ambientales se convierten en un documento de obligatoria consulta y consideración para la gestión minero ambiental de cualquier</p>
--	--	---	--



LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
			<p>proyecto minero desde su concepción y a lo largo de todas las etapas de su ciclo de vida, ya que permite aportar en la identificación, evaluación y manejo de impactos ambientales derivados de la gestión de estériles que pueden presentar diferentes implicaciones durante el desarrollo del proyecto minero.</p>
<p><b>RESOLUCIÓN 18-0861 DE 2002 ADOPTA LAS GUÍAS MINERO AMBIENTALES</b></p>	<p><b>MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA y MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE</b></p>	<p>Guías minero ambientales para beneficio y transformación.</p>	<p>Son herramientas de consulta y orientación, conceptual y metodológica, para mejorar la gestión y desempeño en el componente minero-ambiental; son elaboradas con el propósito de introducir al concesionario en los aspectos pertinentes al desarrollo de un proyecto minero de una forma técnica, sostenible y ambientalmente viable; y para que los lineamientos planteados se apliquen a las características específicas y condiciones del área de explotación contratada.</p> <p>El beneficio de minerales contempla varios procesos que se pueden realizar sobre un mineral extraído con el fin de obtener productos que puedan ser de utilidad o presenten algún valor; dentro de esta guía se plantean los procesos que se realizan tanto para beneficio como para transformación, incluyendo la gestión y manejo que debe hacerse a los estériles; igualmente contempla las labores de beneficio y transformación de minerales que están incluidas en la Licencia Ambiental, por lo que deben considerarse prácticas de producción más limpia planteadas por el concesionario minero y aprobadas por la autoridad ambiental competente, quiere esto decir que se introduce una puerta de entrada que permite considerar procesos de economía circular para el manejo de los estériles, y residuos.</p>

LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
<b>RESOLUCIÓN 40599 DE 2015</b>	<b>MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA</b>	Glosario Técnico Minero.	Este documento que se ordenó diseñar, de conformidad con el artículo 68 de Ley 685 de 2001, es una herramienta práctica de referencia para los actores mineros, compila términos del sector minero para un mejor entendimiento y aplicación de conceptos; es por ello, por lo que para el presente proyecto se convierte en un instrumento que brinda algunas pautas para tener en cuenta relacionadas con definiciones y su aplicabilidad al contexto actual para el manejo y la gestión de los estériles productos de la extracción minera.
<b>RESOLUCIÓN 447 DE 2020</b>	<b>MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE</b>	Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos de Explotación Minera.	En el capítulo 3, los TdR se refieren al manejo y disposición de sobrantes donde la autoridad solicita presentar un análisis sobre la alternativa de disposición final, justificando su elección y ventajas; caracterización geoquímica del yacimiento para establecer la posibilidad de generación de DAM, incluyendo pruebas estáticas y cinéticas para diferentes estados de meteorización; proponer las obras de manejo según los resultados de generación de DAM; descripción detallada del manejo para prevenir contaminación de acuíferos antes, durante y después de la disposición final de los estériles; volúmenes a disponer en cada sitio; cartografía de localización incluyendo planimetría y altimetría; descripción de obras previas a la disposición de estériles; análisis de estabilidad global (incluye suelo de fundación, factores de seguridad, riesgo ante cargas externas); parámetros de diseño a escala 1:5.000 o más detallada que incluya obras de adecuación del área como drenajes, obras de confinamiento, taludes; planos en planta y perfil en sus diferentes etapas de ejecución hasta el diseño final; adecuación final y diseño paisajístico identificando el uso posterior.

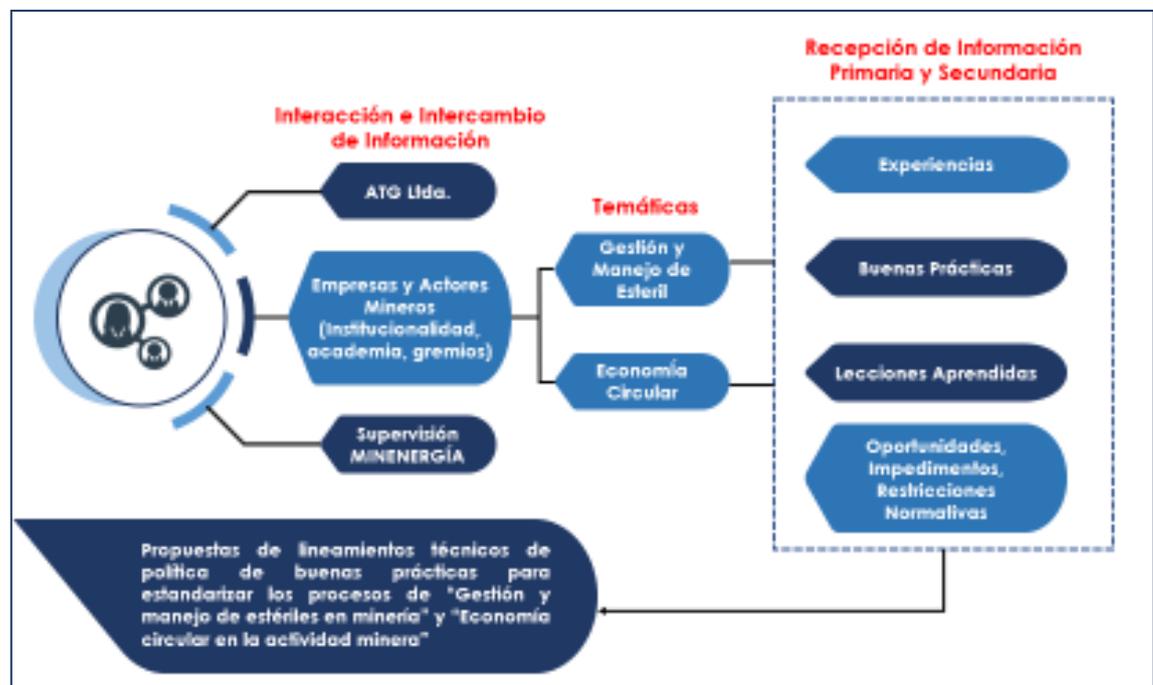
LEY, DECRETO o RESOLUCIÓN		ARTICULADO	COMENTARIOS
<b>RESOLUCIÓN 2206 DE 2016</b>	<b>MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE</b>	Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, Requerido para El Trámite de la Licencia Ambiental Global o Definitiva para Proyectos de Explotación de Pequeña Minería.	En los Términos de Referencia se presentan los aspectos a considerar para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de pequeña minería (es aquella que se realiza con herramientas e implementos simples de uso manual, accionados por la fuerza humana). Respecto al manejo y gestión del material estéril se solicita presentar alternativas de disposición y manejo de manera general.
<b>RESOLUCIÓN 299 DE 2018</b>	<b>AGENCIA NACIONAL DE MINERÍA</b>	Términos de Referencia Trabajo de Exploración, Programa Mínimo Exploratorio y Programa de Trabajos y Obras (PTO) para Materiales y Minerales Distintos del Espacio y Fondo Marino.	La información que debe contener el PTO relacionada con material estéril está distribuida de la siguiente manera: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Numeral 4.3 Topografía del área Estudio de mercados</li> <li>2. Numeral 5.4.1 Estudio geotécnico</li> <li>3. Numeral 8.2 Diseño y planeamiento minero</li> <li>4. Numeral 8.4.1 Instalaciones de estéril</li> </ol>

Fuente: ATG Ltda., 2021.

## 4. 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 Manejo y Gestión de Estériles, tiene como base la información obtenida mediante revisión bibliográfica, recopilación y análisis de información secundaria nacional e internacional consultada mediante páginas web (académicas y científicas) e información primaria obtenida a partir de las reuniones con empresas y actores del sector que permitieron la validación de procedimientos para la ejecución de los procesos mineros relacionados con la temática.

La información obtenida mediante la recopilación y análisis de diversos documentos permitió una mejor interacción al momento de realizar entrevistas con empresas y actores mineros, ya que se logró validar que existen experiencias y buenas prácticas implementadas a nivel internacional que se están ejecutando a nivel nacional en algunas de las empresas que hicieron parte de la fase de recopilación de la información. Adicionalmente las reuniones también permitieron ampliar las lecturas mediante recomendaciones aportadas por expertos; en la **Figura 1** se muestra el esquema de la secuencia y metodología de recopilación 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 en diferentes áreas como ingeniería de minas, geología e ingeniería ambiental, a través del método heurístico de análisis, en donde se evaluó conjuntamente la información recopilada identificando y seleccionando aspectos, criterios, directrices, buenas prácticas y técnicas disponibles a nivel internacional, que fueran aplicables al sector minero colombiano, teniendo en cuenta las características y particularidades del mismo y del territorio.

Antes de abordar la estructuración de las Líneas Estratégicas, es importante definir los conceptos de Planeación Estratégica, Línea Estratégica y Lineamiento, con el fin identificar la interrelación entre estos, así:

**Planeación Estratégica:** es una herramienta fundamental para la toma de decisiones al interior de cualquier organización; es un proceso de formulación y establecimiento de objetivos y, especialmente, de los planes de acción que conducirán a lograr los objetivos<sup>10</sup>.

**Línea Estratégica:** es una orientación, disposición o directriz.

**Lineamiento:** es una orientación de carácter general, corresponde a una disposición o directriz que debe ser implementada en las entidades del Estado colombiano<sup>11</sup>.

A partir del concepto de **Planeación Estratégica** (toma de decisiones), y del conocimiento y definición de **Línea Estratégica** (objetivos, conceptos y acciones), y del significado de **Lineamiento** (orientación, disposición, directriz), se formularon cuestionamientos respecto a la gestión y manejo de estériles, los cuales se resolvieron a través de un paso a paso; partiendo de la creación de **Lineamientos**, los cuales pueden ser desarrollados mediante el planteamiento de **Componentes** (¿Qué se necesita o quiere conocer?, **Alcance** (propósito y limitación del componente), **Información Requerida** (¿Que se necesita para desarrollar o conocer el componente?), y **Actividad** (cómo lograr construir la información requerida para satisfacer el componente y por ende el lineamiento planteado), ver **Figura 2**.

<sup>10</sup><https://gestion.pensemos.com/que-es-la-planeacion-estrategica-y-para-que-sirve>.

<sup>11</sup><https://www.mintic.gov.co/arquitecturati/630/w3-article-9471.html>.



*Figura 2. Estructura metodológica de lineamientos.  
Fuente: ATG Ltda., 2021.*

En síntesis, los **Lineamientos** se estructuraron a partir de **Componentes**, que corresponden a la información a conocer para su aplicación; para cada componente se establece 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**.

Después de haber mencionado la forma en que se estructuraron las Líneas Estratégicas, en la **Figura 3** podemos evidenciar cuáles son las líneas que serán abordadas a lo largo del presente documento.



Figura 3. Líneas Estratégicas para la gestión y manejo de estéril minero.  
 Fuente: ATG Ltda., 2021.

## 5. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA PARA LA GESTIÓN Y MANEJO DE ESTÉRILES

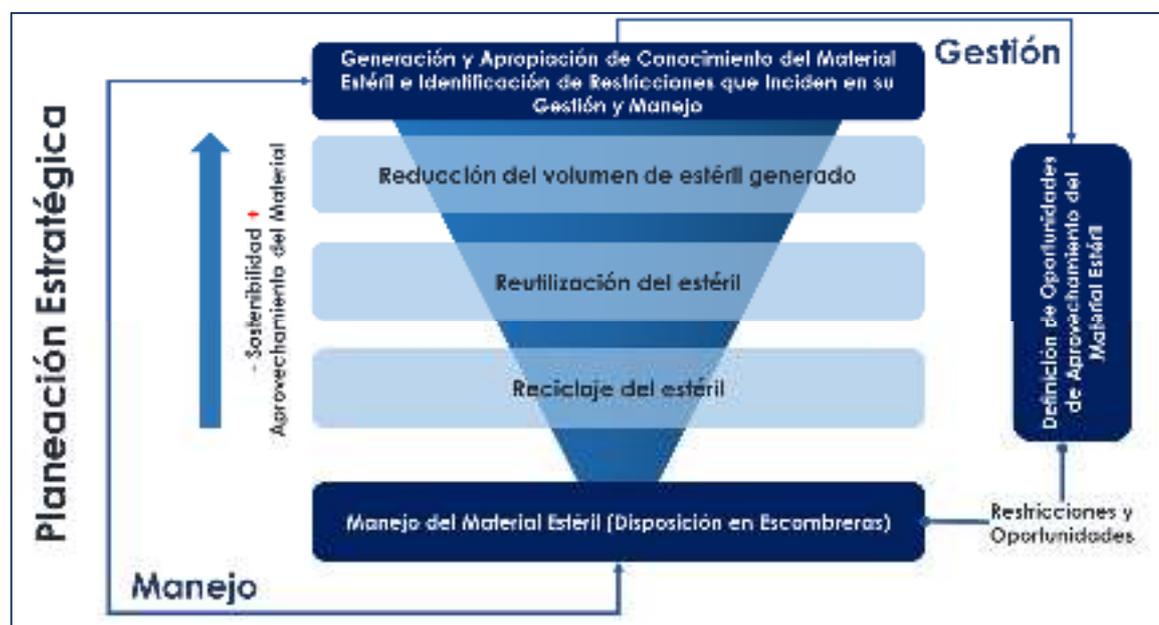
El planeamiento minero visto desde la planeación estratégica implica definir los procesos y actividades a desarrollar a lo largo del proyecto, estableciendo los recursos (económico, humano, tiempo) necesarios para su ejecución en cada etapa del de vida; así mismo, involucra la formulación de estrategias encaminadas a conseguir objetivos y metas del proyecto, con el fin de buscar el beneficio económico, social y ambiental, potencializando los impactos positivos y minimizando los negativos ocasionados por el desarrollo de las actividades mineras; e identificando oportunidades que permitan optimizar el aprovechamiento del recurso minero y las restricciones que condicionen o limiten el desarrollo del proyecto.

La minería, como cualquier otra actividad humana genera residuos que deben ser manejados adecuadamente; estos deben ser analizados y evaluados continuamente en función de formular estrategias direccionadas a su reducción, reutilización, reciclaje y/o correcta disposición final. En la actualidad el estéril minero se define (Ver numerales definiciones) como un residuo correspondiente al material sin valor económico o no útil que es necesario remover para acceder al mineral de interés, bien sea porque lo cubre o se encuentra asociado o es adyacente a éste, lo que presenta una connotación del estéril como un material que no tiene potencialidad de aprovechamiento y que direcciona el manejo a su disposición de manera temporal o definitiva.

La gestión y manejo de los estériles es una actividad intrínseca del proyecto ya que su generación se encuentra ligada directamente a la explotación y aprovechamiento del mineral de interés. El inadecuado manejo del estéril puede generar contaminación directa a fuentes hídricas, suelo, aire afectando al ambiente y a la comunidad del área de influencia. Por lo descrito anteriormente, la gestión de los estériles debe estar encaminada a la disminución de su generación, formulando modificaciones y ajustes en el proceso de explotación que los hagan más eficientes, reutilizándolos en operaciones del proyecto mediante la aplicación de innovación y tecnologías que los valoricen.

Actualmente la reglamentación vigente exige que los proyectos mineros deben disponer los estériles en lugares adecuados que cumplan con condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales; independientemente del tipo de minería que se desarrolle (a cielo abierto o subterránea) se generan grandes volúmenes de material estéril que deben manejarse de manera óptima, siendo la disposición en escombrera la alternativa más adecuada y recurrente en el

sector. No obstante, y en línea con la ejecución de una minería responsable, se hace necesario identificar posibilidades para el uso de los materiales estériles optimizando el aprovechamiento de recursos y minimizando la generación de residuos. Teniendo en cuenta lo anterior se formulan tres pilares base para la Planeación Estratégica de la Gestión y Manejo del Estériles generados en la actividad minera, correspondientes a: **1) Generación y Apropiación de Conocimiento del Material Estéril y Factores que Inciden en su Gestión y Manejo;** **2) Definición de Oportunidades de Aprovechamiento del Estéril Minero;** y **3) Disposición y Manejo del Material Estéril (escombreras),** ver **Figura 4.**



**Figura 4. Planeación estratégica gestión y manejo de estériles en minería.**  
Fuente: ATG Ltda., 2021.

## 5.1 GENERACIÓN Y APROPIACIÓN DE CONOCIMIENTO DEL MATERIAL ESTÉRIL Y RESTRICCIONES QUE INCIDEN EN SU GESTIÓN Y MANEJO

La generación de conocimiento respecto a las **características del material estéril** (propiedades físicas, geoquímicas y geomecánicas) cuantificación aproximada del volumen de material a manejar a lo largo del desarrollo del proyecto, así como los factores que inciden en su gestión y manejo, se hace fundamental para identificar oportunidades y limitantes.

**El conocimiento relacionado a los estériles es único para cada proyecto minero**, por lo que debe generarse desde la etapa de exploración hasta la etapa de cierre y post-cierre, convirtiéndose en información básica para la planeación

estratégica del proyecto minero. Este conocimiento es la **base para la toma de decisiones respecto a la gestión y manejo de los estériles** comprendiendo que su gestión puede estar direccionada al desarrollo de alternativas de aprovechamiento que se traduzcan en beneficios económicos, sociales y ambientales para la operación, su área de influencia y los stakeholders; importante reiterar que el manejo generalmente se realiza a través de la disposición en escombreras.

Para el desarrollo de la planeación estratégica enfocada a la generación y apropiación de conocimiento del material estéril y restricciones que inciden en su gestión y manejo se proponen las siguientes líneas estratégicas:

1. Caracterización del material estéril.
2. Conocimiento del volumen de material estéril.
3. Restricciones para el manejo y gestión del material estéril.



*Figura 5. Esquema generación y apropiación de conocimiento del material estéril y factores que inciden en su gestión y manejo.*

*Fuente: ATG Ltda., 2021.*

## 5.2 DEFINICIÓN DE OPORTUNIDADES DE APROVECHAMIENTO DEL ESTÉRIL MINERO

A partir del conocimiento de las características, volumen de material estéril a generar y restricciones que inciden en su gestión (técnicos, ambientales, legales, económicos y sociales) y manejo, se pueden definir las oportunidades de aprovechamiento, mediante su reutilización y/o reciclaje en procesos internos del proyecto minero o actividades externas que pueden comprender

comercialización o donación, que traigan beneficios a la operación y stakeholders involucrados.

Para el desarrollo de la planeación estratégica enfocada a la definición de oportunidades de aprovechamiento del estéril minero se proponen las siguientes líneas estratégicas:

1. Aprovechamiento del material estéril en procesos internos del proyecto minero.
2. Aprovechamiento del material estéril en alternativas externas al proyecto minero.



*Figura 6. Definición de oportunidades de aprovechamiento del estéril minero.  
Fuente: ATG Ltda., 2021.*

### 5.3 DISPOSICIÓN Y MANEJO DEL MATERIAL ESTÉRIL (ESCOMBRERAS)

La disposición del estéril en una escombrera es la opción más común para el manejo del material, ya que los grandes volúmenes generados y restricciones de carácter técnico, ambiental, legal, económico y social, limitan su aprovechamiento mediante la implementación de otras alternativas, diferentes a la convencional que es la disposición definitiva. La normatividad emitida desde el sector minero y ambiental establece obligaciones básicas relacionadas a la estabilidad de las escombreras sin tocar aspectos importantes en relación con la capacidad portante del suelo del sitio o área de ubicación, al seguimiento del diseño, a la forma de construcción de las estructuras y al análisis geotécnico.

Esta alternativa de manejo tradicional implica contar con terrenos para disponer el material estéril, definición de medios transporte, tipo de vertido, tipo de escombrera, construcción de sistemas complementarios, formulación de programas de mantenimiento y monitoreo, **todo enmarcado en garantizar la**

**estabilidad física y química de la estructura a lo largo de su ciclo de vida en donde se incorpore la gestión del riesgo y gestión del cambio**, bajo la premisa que las escombreras son estructuras que generalmente están a perpetuidad; es decir, un tiempo indefinido posterior a la finalización de la explotación minera.

Para el desarrollo de la planeación estratégica enfocada a la disposición y manejo del material estéril (escombreras) se proponen las siguientes líneas estratégicas:

1. Concepción
2. Planificación
3. Diseño
4. Construcción Inicial
5. Operación, Construcción y Cierre Progresivo
6. Cierre
7. Post-Cierre
8. Mantenimiento
9. Monitoreo
10. Gestión del Riesgo
11. Gestión del Cambio



**Figura 7. Disposición y manejo de estériles.**  
Fuentes: ATG Ltda., 2021.

## 6. LINEAMIENTOS PARA LOS PROCESOS RELACIONADOS CON GESTIÓN Y MANEJO DE ESTÉRILES MINEROS

Se elaboraron un total de treinta y un (31) Lineamientos formulados para las Líneas Estratégicas definidas, ver **Tabla 2**. En cada Lineamiento se desarrollan, los Componentes, Alcances e información necesaria para su aplicación.

**Tabla 2. Líneas estrategias y número de lineamientos.**

Planeación Estratégica	Línea Estratégica	Numero de Lineamientos
Generación y Apropriación de conocimiento del material estéril y factores que inciden en su manejo y gestión	Caracterización del material estéril	1
	Conocimiento del volumen de material estéril	1
	Restricciones para el manejo y gestión del material estéril	1
Definición de oportunidades de aprovechamiento del estéril minero	Aprovechamiento del material estéril en procesos internos del proyecto minero	1
	Aprovechamiento del material estéril en alternativas externas del proyecto minero	2
Disposición y manejo del material estéril (escombreras)	Concepción	2
	Planificación	1
	Diseño	8
	Construcción inicial	3
	Operación, construcción y cierre progresivo	3
	Cierre	3
	Post - Cierre	1
	Mantenimiento	1
	Monitoreo	1
	Gestión del riesgo	1
Gestión del cambio	1	

**Fuente: ATG Ltda., 2021.**

## 6.1 LÍNEA ESTRATÉGICA CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL ESTÉRIL

Realizar una caracterización detallada del material estéril que contemple aspectos físicos, geoquímicos y geomecánicos se convierte en una fuente de información fundamental para su manejo y gestión, ya sea mediante la disposición en escombrera o utilización en alternativas encaminadas a satisfacer necesidades del proyecto minero y/o mercado externo en el que pueda ser aprovechado.

Esta caracterización permite proporcionar información respecto a la necesidad de tratamiento del estéril para ser dispuesto o aprovechado, su posible comportamiento (compactación, segregación) al ser depositado en estructuras de disposición, en donde se puedan desencadenar procesos de generación de Drenaje Acido Minero (DAM), lixiviación y liberación de metales pesados, en donde será necesaria la implementación de obras que permitan manejar adecuadamente las aguas (lluvias, escorrentía y subsuperficiales) y su posterior tratamiento, previo a su vertido en cuerpos de agua naturales.

**El estéril minero presenta características particulares dependiendo del mineral explotado y naturaleza de cada proyecto minero.** Su conocimiento permite fortalecer el planeamiento minero en donde se pueden contemplar alternativas de uso en actividades conexas a la operación, mayor recuperación de minerales económicamente explotables, así como su comercialización o donación.

## **LINEAMIENTO 1: CONOCER LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS, MINERALÓGICAS, GEOQUÍMICAS (ELEMENTOS MAYORES, TRAZA, Y ULTRATRAZA) Y GEOMECÁNICAS DEL MATERIAL ESTÉRIL**

### ***Componente 1: Mineralogía, geoquímica y comportamiento geomecánico del material estéril***

#### **I. Alcance**

Definir la composición del estéril en cuanto al contenido de minerales y propiedades que permitan ser la base para la toma de decisiones técnicas y determinación de su potencial de valorización económica.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

Exploración	Construcción y montaje	Explotación	Cierre y abandono
X	X	X	X

#### **III. Información requerida**

- Tipo de yacimiento a explotar, roca encajante y potenciales minerales incluidos en el estéril.
- Pruebas de campo básicas relacionadas con la resistencia y dureza de la roca y demás propiedades geomecánicas.
- Ensayos de laboratorio para identificar características físicas, geoquímicas y geomecánicas.

#### **IV. ¿Cómo determinar las características fisicoquímicas, geoquímicas y geomecánicas de los materiales estériles?**

La caracterización integral del estéril es la base para su gestión y manejo; esta debe realizarse de manera previa al inicio de la actividad y a lo largo del ciclo de vida del proyecto minero con el fin de conocer de manera puntual y permanente la composición, propiedades, características, mineralogía, geoquímica, comportamiento geomecánico, entre otras. Lo anterior es clave en la toma de decisiones respecto a la definición del sitio y forma de disposición del estéril, así como su potencial aprovechamiento. A continuación, se presentan las actividades necesarias para realizar una caracterización adecuada:

- a) Realizar exploración geológica para construir el modelo geológico, génesis, geometría y tipo de yacimiento.
  
- b) Realizar ensayos de laboratorio que permitan establecer el tipo roca, alteración, mineralogía primaria y secundaria, tipo de depósito, características físicas y químicas particulares, disponibilidad de minerales capaces de generar impactos ambientales por generación de Drenaje Acido Minero y procesos de lixiviación.
  
- c) Realizar pruebas de campo básicas relacionadas con la resistencia y dureza de la roca y demás propiedades geomecánicas.

## 6.2 LÍNEA ESTRATÉGICA CONOCIMIENTO DEL VOLUMEN DEL MATERIAL ESTÉRIL

Conocer el volumen de material estéril a manejar durante el desarrollo del proyecto minero, es un elemento fundamental para dimensionar las actividades de gestión a planear, así como las actividades de manejo a desarrollar. Esto implica la asignación y disponibilidad de recursos como maquinaria, equipos para el cargue, así como la infraestructura vial para el traslado desde el frente de explotación hacia las zonas de almacenamiento o escombreras, desarrollo de obras de soporte relacionadas con el manejo adecuado del agua (superficial, subsuperficial, subterránea) y la estabilidad de la estructura a conformar, de acuerdo con su diseño, área disponible y volúmenes a disponer. A su vez permite definir el volumen que se encuentra disponible para su utilización en alternativas de aprovechamiento.

La cuantificación del volumen del material estéril debe realizarse a partir de la aplicación del Estándar Colombiano de Recursos y Reservas Minerales - ECRR, con el cual se realizará el cálculo de recursos – reservas; este valor tendrá diferentes ajustes a lo largo del proyecto ya que se tendrá mayor conocimiento del yacimiento, procesos desarrollados y fuentes de generación del estéril en relación a los procesos de beneficio y transformación implementados.

## **LINEAMIENTO 1: CONOCER EL VOLUMEN DE MATERIAL ESTÉRIL A GENERAR EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO MINERO**

### ***Componente 1: Estimación del Volumen de material estéril***

#### **I. Alcance**

Realizar la cuantificación estimada del volumen de material estéril a gestionar o manejar a lo largo del proyecto minero.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

Exploración	Construcción y montaje	Explotación	Cierre y abandono
X	X	X	X

#### **III. Información requerida**

- a) Categorización y estimación de recursos minerales.
- b) Relación de descapote.
- c) Geometría y capacidad de las escombreras.

#### **IV. ¿Cómo conocer el volumen de material estéril a gestionar o manejar?**

El insumo principal y fundamental para conocer el volumen de material estéril, es realizar una adecuada categorización y estimación de recursos minerales a lo largo del proyecto minero; a su vez insumos como el conocimiento de la relación de descapote y volumen dispuesto en escombreras, aportan para lograr un acercamiento al volumen real de material estéril a gestionar o manejar.

- a) Mediante la categorización y estimación de recursos minerales aplicando el Estándar Colombiano de Recursos y Reservas Minerales - ECRR, se puede ponderar el volumen de material estéril a manejar mediante disposición temporal y/o final en escombrera, o gestionar aprovechándolo en alternativas internas o externas al proyecto minero.
- b) Estimando la relación de descapote es posible establecer qué volumen de estéril es generado a partir del mineral explotado.

- c) Conociendo la geometría y capacidad de la escombrera es posible establecer qué volumen de estéril ha sido dispuesto en esta estructura y puede ser aprovechado en oportunidades identificadas.

### **6.3 LÍNEA ESTRATÉGICA RESTRICCIONES PARA EL MANEJO Y GESTIÓN DEL MATERIAL ESTÉRIL**

En el manejo del material estéril se presentan restricciones de carácter técnico, ambiental, legal, económico y social que condicionan su gestión y/o disposición, particulares para cada proyecto minero. Pueden estar relacionadas directamente al estéril respecto a sus características y volumen generado o comprender factores internos y externos del proyecto.

Las restricciones, el conocimiento de las características y volumen de material a generar son la base para la concepción, planificación, formulación de los diseños de la escombrera y definición de oportunidades de aprovechamiento, por ejemplo, se pueden encontrar condicionantes relacionadas a la geología local, tipo de suelo, hidrología, topografía, entre otros. Asimismo, existen otras restricciones relacionadas a la imposibilidad de acceso a tecnología, falta de recursos económicos, necesidad y dificultad en la modificación de los instrumentos minero y ambiental (Plan de Trabajos y Obras – PTO, Estudio de Impacto Ambiental – EIA, Plan de Manejo Ambiental - PMA) al momento de identificar alternativas de aprovechamiento, características del área de desarrollo del proyecto, infraestructura disponible, entre muchas otras. Por tal motivo, las restricciones deben ser analizadas en detalle, de manera integral y en lo posible con expertos tanto legales como técnicos y en lo posible, desde el inicio del proyecto minero (exploración, construcción y montaje).

Por lo anterior, es importante analizar de manera integral involucrando los componentes técnicos, ambientales, legales, económicos y sociales a escala regional, la posibilidad de gestionar estériles con el fin de construir beneficios tanto para la operación como para stakeholders.

En los siguientes lineamientos se presentan aspectos respecto a las restricciones a considerar que pueden condicionar o limitar la gestión y manejo del estéril minero.

## **LINEAMIENTO 1: IDENTIFICAR RESTRICCIONES DE CARÁCTER TÉCNICO, AMBIENTAL, LEGAL, ECONÓMICO Y SOCIAL PARA LA GESTIÓN Y MANEJO DEL MATERIAL ESTÉRIL**

### **Componente 1: Restricciones de carácter técnico para la gestión y manejo del material estéril**

#### **I. Alcance**

Identificación de restricciones de carácter técnico para la gestión y manejo del material estéril.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y abandono</b>
X	X	X	X

#### **III. Información requerida**

- a) Infraestructura y recursos disponibles para gestión y manejo del material estéril.
- b) Características y volumen de material estéril a generar durante el proyecto minero.

#### **IV. ¿Cómo identificar las restricciones técnicas?**

Las restricciones técnicas pueden estar asociadas a la disponibilidad de infraestructura y recursos para aprovechamiento y/o disposición del material estéril; por ejemplo, contar con capacidad para recuperar una mayor cantidad de mineral económicamente explotable, lo que puede estar asociado al acceso a tecnologías.

Otra restricción de tipo técnico obedece al volumen de estéril a manejar. Regularmente, los procesos mineros generan grandes volúmenes de material estéril y su manejo implica una infraestructura a escala adecuada. Es por ello que en ocasiones la gestión de estériles en relación a su uso o aprovechamiento puede darse en pequeños volúmenes que no son interesantes para el titular, a raíz de las operaciones que deben ejecutarse para usarlo o aprovecharlo. Un ejemplo obedece a la utilización de estériles como materiales para construcción

a nivel local o regional; el volumen a gestionar en esta línea es mínimo comparado con el generado.

## **Componente 2: Restricciones de carácter ambiental para la gestión y manejo del material estéril**

### **I. Alcance**

Identificación de restricciones de carácter ambiental para la gestión y manejo del material estéril.

### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y abandono</b>
X	X	X	X

### **III. Información requerida**

- a) Áreas de restricción ambiental de acuerdo con el ordenamiento (zonas de protección de cuerpos de agua, planes de ordenamiento de cuencas, planes de ordenamiento territorial, usos del suelo, entre otros).

### **IV. ¿Cómo identificar las restricciones ambientales?**

Realizar centralización, oficialización, visualización, análisis y modelamiento espacial de variables.

## **Componente 3: Restricciones de carácter legal para la gestión y manejo del material estéril**

### **I. Alcance**

Identificación de restricciones de carácter legal para la gestión y manejo del material estéril.

### **II. Etapas del ciclo minero**

Exploración	Construcción y montaje	Explotación	Cierre y abandono
X	X	X	X

### III. Información requerida

- a) Manejo del material estéril definido en el instrumento minero y ambiental.
- b) Normatividad minera y ambiental vigente.

### IV. ¿Cómo identificar las restricciones legales?

Con base en la reglamentación vigente y lo estipulado en el instrumento minero y ambiental, verificar si actividades diferentes a las inicialmente propuestas para la gestión y manejo de estériles son posibles de ejecutar. De no ser así, identificar la necesidad de tramitar la modificación de los respectivos documentos técnicos, registros, autorizaciones, contraprestaciones como los listados a continuación, previa consulta con la entidad correspondiente (ANM - UPME):

1. TÍTULO Minero: Documento con el cual el Estado autoriza la exploración/explotación de minerales los cuales quedan especificados. Si se determina un mineral diferente al otorgado, será necesaria su modificación.
2. Contrato de Concesión: Celebrado por el Estado y un particular (persona natural o jurídica) y confiere al concesionario el derecho exclusivo a extraer los minerales y a realizar obras para el desarrollo de la explotación. Si se extrae un mineral diferente al concesionado, es decir que no se halle en liga íntima, no será necesario la modificación del contrato, solo se suscribirá un acta que incluya los minerales y ésta se anotará en el Registro Minero. Sin embargo, si habrá lugar a la modificación del instrumento ambiental, si se tratare de adicionar zonas que había no considerado, pero que se encuentran dentro de su polígono para la explotación, podrá hacerlo, pero habrá que modificar el Programa de Trabajos y Obras - PTO e instrumento ambiental
3. RUCOM Registro de Comercializadores de Minerales: el titular al cumplir con la aprobación del Programa de Trabajos y Obras - PTO y el instrumento ambiental será incluido en el listado del RUCOM para comercializar los minerales autorizados, en este caso, para el titular minero. Si se comercializa un mineral diferente a los concesionados, el RUCOM debe ser modificado.

4. Pago de regalías: es el pago que las empresas mineras le hacen al Estado por la explotación de los recursos naturales no renovables. Si la gestión de estériles implica su comercialización, aparte de la modificación de los documentos ya listados, será necesario identificar el mineral dentro de los actos administrativos emitidos por la Unidad de Planeación Minero Energética en donde se determina el precio base para la liquidación de regalías.

4. Programa de Trabajos y Obras - PTO. Documento técnico que reúne las actividades de carácter minero para desarrollar la explotación de minerales. Si la gestión y manejo del material estéril implica cambios en lo aprobado, será necesario su ajuste para posterior aprobación de modificación por parte de la Agencia Nacional de Minería - ANM

5. EIA - PMA. Estudio de Impacto Ambiental - Plan de Manejo Ambiental: Documento técnico que incluye las actividades del proyecto y las medidas para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos generados. Si la gestión y manejo de estériles incluye actividades nuevas, será necesario su ajuste para solicitud de modificación por parte de la entidad correspondiente (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, Corporaciones Autónomas Regionales)

**Componente 4: Restricciones de carácter económico para la gestión y manejo del material estéril**

**I. Alcance**

Identificación de restricciones de carácter económico para la gestión y manejo del material estéril

**II. Etapa del ciclo minero**

Exploración	Construcción y montaje	Explotación	Cierre y abandono
X	X	X	X

**III. Información requerida**

- a) Recursos económicos disponibles para el aprovechamiento y disposición del material estéril.
- b) Evaluación de la viabilidad económica para el aprovechamiento del material estéril.

#### **IV. ¿Cómo identificar las restricciones de tipo económico?**

Una alternativa de aprovechamiento del material estéril puede corresponder a su reutilización, por lo general asociada a la adquisición de nuevas tecnologías que logren recuperar más cantidad de minerales, bien sean los concesionados o asociados. Dependiendo de la fase en la que se encuentre el proyecto, es posible que no existan recursos económicos para acceder a la infraestructura necesaria que lograría dicha recuperación. Por otra parte, una vez se evalúe el mercado (oferta y demanda), es posible que el montaje de un proceso de beneficio y/o transformación no justifique dicha gestión.

La gestión y manejo de estériles debe cuantificarse en términos económicos con el fin de buscar la mejor alternativa: puede ser disposición final como parte importante del Plan de Cierre, extraer otros minerales de interés económico dada su concentración, entre otras alternativas.

Otra restricción es en relación al volumen que se puede gestionar para reutilización. El conocimiento del material estéril permite definir usos como, por ejemplo, en abonos para suelo dado su componente en materia orgánica o uso como materiales de construcción para infraestructura. El volumen a manejar en estos casos es mínimo, comparado con el que se genera y los productos obtenidos no representan un aumento importante en la rentabilidad del negocio por lo que se convierte en una restricción que no permite la viabilización de la gestión de estériles por los pobres resultados económicos que traería.

#### ***Componente 5: Restricciones de carácter social para la gestión y manejo del material estéril***

##### **I. Alcance**

Identificación de restricciones de carácter social para la gestión y manejo del material estéril.

##### **II. Etapa del ciclo minero**

Exploración	Construcción y montaje	Explotación	Cierre y abandono
X	X	X	X

### III. Información requerida

Resultados de socialización del proyecto de gestión y manejo de estériles.

### IV. ¿Cómo identificar las restricciones de tipo social?

El relacionamiento que el proyecto minero ejecute durante su operación con los grupos de interés en el área de influencia del proyecto permite un diálogo cercano con autoridades locales y comunidad con el fin de dar a conocer lo que se ha estructurado en relación a la gestión y manejo de estériles, en donde sí la línea es el aprovechamiento para proyectos de interés local y regional puede tener aceptación pero si la gestión implica nuevas actividades que puedan impactar social y ambientalmente (positiva o negativamente), es necesario socializar de tal manera que la comunidad tenga pleno conocimiento y certeza de la información y conozcan los impactos que puede generar dicha gestión y manejo.

La gestión de los materiales estériles en línea con su utilización como materiales para mejoramiento de la infraestructura local o regional, comercialización (y en algunos casos donación), merece un análisis del entorno con el fin de identificar unidades de negocio similares que pueden ser afectadas por la gestión propuesta.

## **6.4 LÍNEA ESTRATÉGICA DE APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL ESTÉRIL EN PROCESOS INTERNOS DEL PROYECTO MINERO**

Conociendo los procesos y actividades a desarrollar a lo largo del proyecto minero es posible establecer los materiales a utilizar en etapas como exploración o construcción y montaje que puedan ser suplidos por el estéril generado durante el ciclo de vida del proyecto.

Los procesos en los que se puede utilizar el estéril minero comprenden desde la etapa de explotación, hasta el cierre y post-cierre por ejemplo utilización como material de retrolleado, construcción de obras (obras de soporte minero como vías, obras de manejo de aguas, cascos campamentos, oficinas, casetas, almacenes, entre otros), reconformación, readecuación, rehabilitación y recuperación de las áreas intervenidas. El uso del material estéril en estos procesos por lo general no requiere la modificación en los instrumentos legales otorgados ya que las actividades desarrolladas se realizan en el área de ejecución del proyecto minero y se encuentran definidas en lo estipulado en el instrumento minero y ambiental por lo cual únicamente se requerirá informar a la autoridad sobre el avance en el desarrollo del proyecto.

Por otro lado, el aprovechamiento del estéril mediante recuperación de mineral aprovechable puede verse limitado por restricciones legales, ya que al momento de generar viabilidad económica dejaría de concebirse como material estéril, por lo cual se requeriría modificación del instrumento minero y ambiental para su comercialización.

## LINEAMIENTO 1: IDENTIFICAR OPORTUNIDADES DE APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL ESTÉRIL EN PROCESOS INTERNOS DEL PROYECTO MINERO

### *Componente 1: Retrolenado, recuperación y rehabilitación*

#### I. Alcance

Definir la oportunidad de realizar retrolenado, recuperación y rehabilitación de las áreas y frentes de explotación intervenidos y abandonados en el desarrollo del proyecto minero mediante la utilización del material estéril generado estando en línea con el Plan de Cierre Progresivo y definitivo propuesto.

#### II. Etapas del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
	X	X	X

#### III. Información requerida

- a) Caracterización física, geoquímica y geomecánica del estéril minero.
- b) Volumen de material estéril disponible para aprovechamiento.
- c) Características del área donde se realizará el retrolenado, recuperación y rehabilitación del área.
- d) Disponibilidad de, equipos, maquinaria e instalaciones de soporte (infraestructura vial interna-externa).
- e) Diseños de retrolenado reconformación, y rehabilitación de las áreas intervenidas planteados en el Plan de Cierre Progresivo y definitivo del proyecto minero.

#### IV. ¿Cómo identificar la oportunidad de desarrollar retrolenado recuperación y rehabilitación de las áreas y frentes de explotación intervenidos y abandonados utilizando el material estéril generado en el proyecto minero?

- a) Determinar equipos, maquinaria e instalaciones de soporte necesarios para desarrollar procesos de retrolenado.
- b) Establecer capacidad portante, así como condiciones morfológicas, topográficas de las áreas y frentes de explotación ya terminados, que permitan el desarrollo de procesos de retrolenado, recuperación y rehabilitación.
- c) Establecer el volumen de material estéril disponible para ser utilizado en los procesos de retrolenado, recuperación y rehabilitación de áreas.
- d) Identificar posibles reacciones químicas generadas por la interacción del material de retrolenado y las áreas de utilización de este, con el fin de establecer el potencial desarrollo de procesos de generación de Drenaje Ácido Minero (DAM) y/o lixiviación de metales pesados.
- e) Implementar métodos de retrolenado, recuperación y rehabilitación que garanticen la estabilidad física y química de las áreas.
- f) Aplicar los diseños de retrolenado reconformación, y rehabilitación de las áreas intervenidas planteados en el Plan de Cierre Progresivo y definitivo del proyecto minero.

## ***Componente 2: Obras civiles Internas***

### **I. Alcance**

Definir obras civiles al interior del proyecto minero que puedan involucrar la utilización del estéril como material de construcción.

### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
X	X	X	X

### **III. Información requerida**

- a) Caracterización física, geoquímica y geomecánica del material estéril.
- b) Volumen de material estéril disponible para la actividad.

- c) Listado de obras civiles a desarrollar en el proyecto minero, que puedan involucrar la utilización del estéril como material de construcción.
- d) Disponibilidad de equipos, maquinaria e instalaciones de soporte.

**IV. ¿Cómo identificar la oportunidad de desarrollar obras civiles utilizando el material estéril generado en el proyecto minero?**

Determinar las cantidades de obra que puedan involucrar la utilización del estéril como material de construcción (arenas, gravas, bases, subbases, recibos), A continuación, se presentan algunos ejemplos de obras en las que se pueden utilizar: gaviones, muros de contención, diques, campamentos, estructuras de manejo de agua - filtros, adecuación o construcción de vías internas del proyecto, ente otras.

***Componente 4: Recuperación del mineral potencialmente aprovechable en escombreras activas y/o inactivas***

**I. Alcance**

Definir la oportunidad de recuperación de mineral potencialmente aprovechable dentro del material estéril dispuesto en escombreras activas y/o inactivas.

**II. Etapa del ciclo minero**

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
		X	X

**III. Información requerida**

- a) Restricciones legales para el aprovechamiento de minerales diferentes al mineral otorgado.
- b) Ubicación de escombreras y volumen aproximado de material estéril depositado.

- c) Caracterización del estéril, en donde se tenga en cuenta su composición física, química, geoquímica, mineralógica y geomecánica.
- d) Tecnologías y procesos innovadores disponibles que permitan la recuperación.
- e) Estudio de mercado donde se evidencie la oferta y demanda de los minerales contenidos en el material estéril.

#### **IV. ¿Cómo determinar la posibilidad de recuperación de mineral aprovechable del material estéril?**

- a) Partiendo de la generación y apropiación de conocimiento realizado e identificación de restricciones legales asociadas a la gestión del estéril, se debe establecer la necesidad de modificar el instrumento minero y ambiental para dar viabilidad a la alternativa de aprovechamiento.
- b) Con base en la información de la composición del material estéril obtenida en su caracterización, es posible identificar el porcentaje de minerales con potencial de recuperación y aprovechamiento.
- c) Conociendo los porcentajes de mineral recuperable es posible establecer conforme al volumen almacenado, la viabilidad económica y técnica para el aprovechamiento de los minerales que componen el material estéril.
- d) Es fundamental que la recuperación del material estéril se realice teniendo como prioridad mantener la estabilidad física y química de las escombreras de donde será removido.
- e) El mineral recuperable puede corresponder al mineral otorgado por la autoridad minera, o a minerales asociados que producto de investigación representen una oportunidad de aprovechamiento. Por lo cual se debe evaluar la necesidad de modificación del instrumento minero y ambiental otorgado ya que se beneficiaría un mineral diferente al otorgado.
- f) A través del estudio de mercado, información oficial y fuentes secundarias, determinar la posibilidad de comercialización del estéril a aprovechar.

## **6.5 LÍNEA ESTRATÉGICA DE APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL ESTÉRIL EN ALTERNATIVAS EXTERNAS DEL PROYECTO MINERO**

El uso del estéril en alternativas externas al proyecto abre la posibilidad de aumentar el aprovechamiento del recurso y diversificar el negocio minero, esta alternativa está limitada principalmente por restricciones legales como:

- Trámites y tiempos adicionales asociados a la modificación de los instrumentos minero y ambiental para el aprovechamiento de sobrantes.
- Imposibilidad de comercialización (RUCOM) de minerales no concesionados, por la obligatoriedad de aprobación de modificaciones de instrumentos minero y ambiental.
- No inclusión de minerales con potencial de aprovechamiento para declaración de regalías.

Una vez superadas las restricciones identificadas es posible determinar alternativas de utilización que pueden corresponder a mejoras en infraestructura del área de influencia, incluyendo el previo análisis de la dinámica económica donde no se afecte operaciones similares.

Los planes de desarrollo son documentos de consulta en el que se puede definir el destino del material, contribuyendo al progreso social del territorio. No obstante, es necesario hacer procesos de concertación con las autoridades locales para lograr el objetivo, así como con las organizaciones locales (juntas de acción comunal, acueductos veredales, organizaciones, veedurías, entre otros) con el ánimo de encontrar alternativas que generen impacto positivo en el área de influencia.

## **LINEAMIENTO 1: IDENTIFICAR OPORTUNIDADES DE APROVECHAMIENTO COMERCIAL DEL MATERIAL ESTÉRIL**

### ***Componente 1: Material de Construcción***

#### **I. Alcance**

Definir la oportunidad de comercialización del estéril como material de construcción (arenas, gravas, recibos, bases, subbases).

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
		X	X

#### **III. Información requerida**

- a) Restricciones legales para el aprovechamiento del estéril en alternativas externas al proyecto minero.
- b) Caracterización física, geoquímica y geomecánica del estéril minero.
- c) Volumen de material estéril disponible para comercialización.
- d) Necesidades de material de construcción a nivel local y regional.
- e) Estado de la red vial externa.

#### **IV. ¿Cómo determinar la oportunidad de comercialización del estéril como material de construcción?**

- a) Partiendo de la generación y apropiación de conocimiento realizado e identificación de restricciones legales asociadas a la gestión del estéril, se debe establecer la necesidad de modificaciones al instrumento minero y ambiental para dar viabilidad a la alternativa de aprovechamiento.
- b) Se debe evaluar la demanda de material de construcción a nivel local y regional.

- c) Conociendo las características del material estéril se debe garantizar su empleo como material de construcción según las normas técnicas establecidas.

#### ***Componente 4: Materia prima o componente para la mezcla en elaboración de productos***

##### **I. Alcance**

Definir la oportunidad de utilización del estéril como materia prima o componente en la mezcla en la elaboración de productos.

##### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
		X	

##### **III. Información requerida**

- a) Restricciones legales para el aprovechamiento del estéril en alternativas externas al proyecto minero.
- b) Caracterización física, geoquímica, geomecánica del estéril
- c) Volumen de material estéril disponible.
- d) Necesidad de materia prima o componente para mezclas en la elaboración de productos.
- e) Disponibilidad de equipos, maquinaria e instalaciones de soporte para el beneficio del material estéril.

##### **IV. ¿Cómo determinar la oportunidad de utilización del estéril como materia prima o aditivo para la elaboración de productos?**

- a) Partiendo de la generación y apropiación de conocimiento realizado, e identificación de restricciones legales asociadas a la gestión del material estéril, se debe establecer la necesidad de modificaciones al instrumento

minero y ambiental para dar viabilidad a la alternativa de aprovechamiento.

- b) Teniendo como punto de partida el conocimiento de las características del material estéril se debe identificar si sus componentes particulares pueden ser utilizados como materia prima o aditivo para elaboración de productos, por ejemplo: elaboración de postes, ladrillos, bloques.

## **LINEAMIENTO 2: IDENTIFICAR OPORTUNIDADES DE ENTREGA DEL MATERIAL ESTÉRIL A TERCEROS A TÍTULO DE DONACIÓN**

### ***Componente 1: Donación de material estéril***

#### **I. Alcance**

Definir la oportunidad de entrega del material estéril a título de donación.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
		<b>X</b>	<b>X</b>

#### **III. Información requerida**

- a) Restricciones legales para el aprovechamiento del estéril en alternativas externas al proyecto minero.
- b) Caracterización física, geoquímica y geomecánica del estéril minero.
- c) Volumen de material estéril disponible para entrega a título de donación.
- d) Necesidades de material a nivel local y regional.

#### **IV. ¿Cómo determinar la oportunidad de donación del material estéril?**

- a) Partiendo de la generación y apropiación de conocimiento realizado, e identificación de restricciones legales asociadas a la gestión del estéril, se debe establecer si se cuenta con la viabilidad para la entrega del material estéril a título de donación.
- b) Establecer las necesidades de material estéril a nivel local y regional para su donación.
- c) Previo a la donación del material estéril se debe definir cuál será su utilización y llevar una trazabilidad respecto a su gestión y manejo.

## 6.6 LÍNEA ESTRATÉGICA CONCEPCIÓN

Los proyectos mineros tienen un enfoque lineal y están diseñados para la explotación de minerales útiles, de importancia económica o de interés de los mercados globales desechando desde su concepción los materiales adyacentes o gangas u otros elementos o minerales concomitantes, que se convierten en estériles, entre otros.

La **Concepción** del proyecto de disposición de estériles corresponde a la prefactibilidad (ingeniería conceptual) donde se generan alternativas y se selecciona la más adecuada, en este caso, la futura ubicación de la(s) escombrera(s).

Por ende, desde el nacimiento de un proyecto minero es necesario abarcar dentro de los escenarios de prefactibilidad la disposición de los estériles, lo cual se relaciona con el tipo de minerales a explorar y explotar y sus procesos de beneficio y transformación en los que se generan estériles, y por tanto requieren de un lugar en donde se almacenen, ya sea de manera temporal o definitiva.

Para esta Línea Estratégica se propone como primer lineamiento, la evaluación de alternativas para la disposición de estériles, mediante el levantamiento y estudio de temáticas a nivel regional como topografía, geología, geomorfología, hidrogeología, sismicidad, hidrología e hidráulica, usos del suelo, y geotecnia, a cargo de un equipo multidisciplinario en consonancia con las condiciones exclusivas y particulares del área de estudio en donde se ubicará la escombrera.

Las temáticas analizadas se encaminan a revisar los impactos que la(s) escombrera(s) generaría(n), así como un estimado de las necesidades para su puesta en marcha y por lo tanto se determinan de manera general costos de inversión y aspectos técnicos la disposición de estériles.

Esta fase implica el uso de herramientas rigurosas para la toma de decisiones que permitan respaldar la formulación, selección y jerarquización de alternativas de ubicación de la escombrera para el manejo y disposición de estériles.



Figura 8. Consideraciones para la ubicación de la escombrera.  
 Fuente: ATG Ltda., 2021.

Posteriormente, el segundo lineamiento se enfoca en definir la ubicación definitiva de la escombrera con base en un análisis integral mediante la cuantificación o cualificación de las potenciales áreas de disposición de estériles involucrando las temáticas evaluadas desde los componentes técnicos, ambientales y socio económicos.

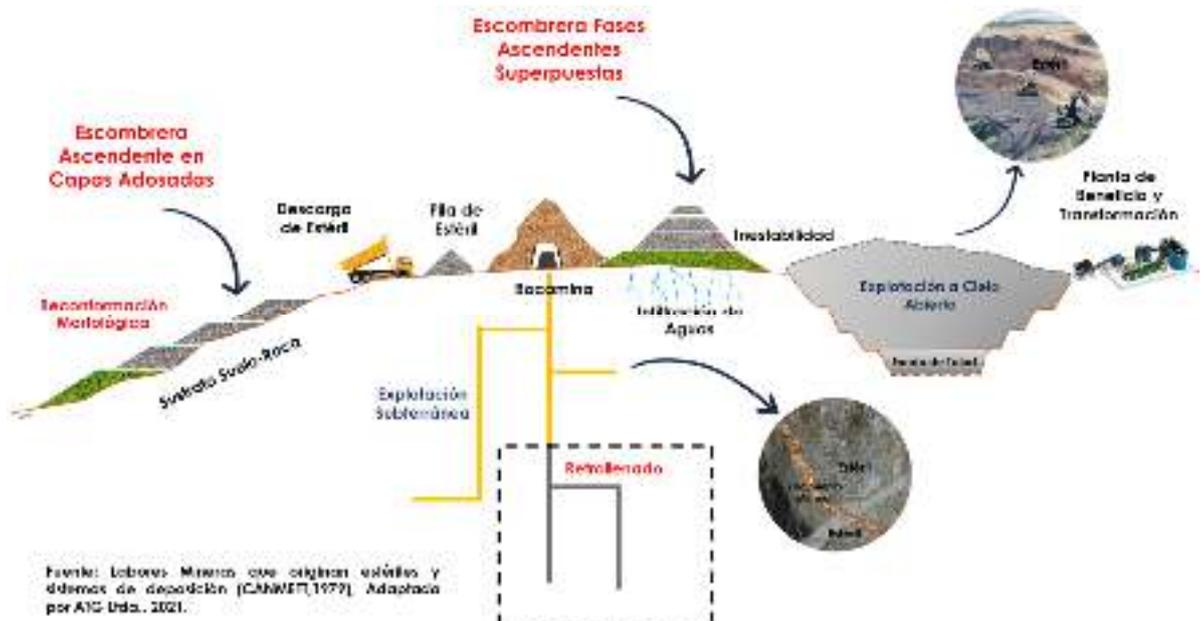


Figura 9. Labores Mineras que originan estériles y sistemas de disposición.  
 Fuente: (CANMETT, 1979), adaptada por ATG Ltda., 2021.

## **LINEAMIENTO 1: ELABORAR UNA LÍNEA BASE DE CONOCIMIENTO A ESCALA REGIONAL PARA FORMULAR, SELECCIONAR Y JERARQUIZAR ALTERNATIVAS DE UBICACIÓN DE LA ESCOMBRERA PARA LA DISPOSICIÓN DEL MATERIAL ESTÉRIL**

### ***Componente 1: Topografía Regional***

#### **I. Alcance**

Definir rasgos topográficos, existencia de depresiones o morfologías adecuadas para ubicar la escombrera.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

#### **III. Información requerida**

- Cartografía a escala 1:10.000 o mayor, en donde se referenciará la infraestructura existente (construcciones, carreteras, líneas eléctricas, etc.), accidentes geográficos (quebradas, cerros, etc.), labores exploratorias y mineras; y las potenciales áreas de ubicación de la escombrera.

#### **IV. ¿Cómo determinar la topografía regional?**

Verificar a través de la cartografía existente (Fuente IGAC), a una escala que permita identificar accidentes geográficos para definir la ubicación de la escombrera. De no ser posible la obtención de la topografía a escala regional, se ejecutará a través de sensores remotos, o con el uso de drones, o una comisión de topografía.

## ***Componente 2: Geología Regional***

### **I. Alcance**

Definir rasgos geológicos y estructurales regionales, características composicionales del subsuelo y su relación con la favorabilidad para ubicar la escombrera.

### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

### **III. Información requerida**

- Mapa fotogeológico y geológico de áreas potenciales de ubicación de la escombrera, a escala 1:10.000 o mayor, con descripción de la estratigrafía y cartografía de las unidades geológicas aflorantes con estructuras (orientación de estratos, fallas, pliegues, etc.), con base en estudios existentes de la zona, y ajustado con control de campo.

### **IV. ¿Cómo determinar la geología regional?**

Identificar información disponible oficial (p.e. Servicio Geológico Colombiano – SGC); donde se determine a la escala requerida, la geología regional, con la descripción de las unidades presentes a través de columnas estratigráficas y la geología estructural.

## ***Componente 3: Geomorfología Regional***

### **I. Alcance**

Identificar procesos de inestabilidad con énfasis en remoción en masa y/o erosión o intervenciones antrópicas que afecten la ubicación de la escombrera.

## II. Etapa del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
X			

## III. Información requerida

- Mapa geomorfológico de áreas potenciales de ubicación de la escombrera, a escala 1:10.000 o mayor, con cartografía de las geoformas y de su dinámica (procesos); incluyendo la descripción de la génesis de las diferentes unidades y su evolución, rangos de pendientes, patrón y densidad de drenajes, etc.

## IV. ¿Cómo determinar la geomorfología regional?

A través de información existente en entidades oficiales (Servicio Geológico Colombiano SGC), determinar la cartografía que contenga rasgos fisiográficos que identifiquen eventos de inestabilidad tanto en el pasado como los posibles eventos que puedan presentarse a raíz de la potencial dinámica existente.

### ***Componente 4: Hidrogeología Regional***

#### I. Alcance

Identificar y caracterizar las aguas subterráneas y los acuíferos que pudiesen existir en profundidad sobre el área potencial en donde se ubicará la escombrera.

## II. Etapa del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
X			

## III. Información requerida

- Mapa hidrogeológico de áreas potenciales de ubicación de la escombrera, a escala 1:10.000 o mayor, con cartografía de unidades hidrogeológicas, inventario de puntos de agua, calidad del agua subterránea y modelo hidrogeológico conceptual.

#### **IV. ¿Cómo determinar la hidrogeología regional?**

Con base en la información oficial existente o de otro tipo de estudios en la zona, identificar las unidades hidrogeológicas presentes, así como la presencia de pozos de agua subterránea, aljibes, y manantiales (nacederos). Con base en la información primaria obtenida, desarrollar un modelo hidrogeológico conceptual que permita definir preliminarmente la dirección de los flujos de agua subterránea a través de las unidades hidrogeológicas identificadas.

### ***Componente 5: Sismicidad***

#### **I. Alcance**

Definir las condiciones de amenaza sísmica de las áreas potenciales en donde se ubicará la construcción de la escombrera.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

#### **III. Información requerida**

- Evaluación de amenaza sísmica, teniendo en cuenta las normas de sismo resistencia vigentes NSR 201015 o la que las remplace o modifique; y/o estudios locales de microzonificación sísmica.

#### **IV. ¿Cómo determinar la hidrogeología regional?**

Verificar en la información oficial existente o de estudios en la zona, la cartografía que defina el nivel de amenaza sísmica del área objeto de estudio. Así mismo, hacer el inventario de eventos sísmicos ocurridos en el área de influencia y el grado de afectación en la misma.

## **Componente 6: Hidrología e Hidráulica**

### **I. Alcance**

Consolidar información hidrológica e hidráulica necesaria para diseñar sistemas y obras para el manejo de las aguas superficiales que permitan una eficiente operación de la escombrera.

### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

### **III. Información requerida**

- Recopilación, evaluación y procesamiento de información hidroclimatológica de máximos y mínimos (series de caudal, precipitación, evapotranspiración, temperatura, índices de retorno, entre otras); caracterizar el comportamiento hidráulico de los cuerpos de agua cercanos a las áreas potenciales en donde se ubicará la escombrera; delimitación y extensión de cuencas hidrográficas, patrones de drenaje, volúmenes de agua por efecto de la escorrentía superficial, y periodos de retorno de inundaciones.

### **IV. ¿Cómo determinar la hidrología e hidráulica?**

Recopilar información oficial derivada de estaciones hidrometeorológicas presentes en el área de estudio que contenga parámetros como precipitaciones, temperaturas, caudales y otros, que apoyen la toma de decisiones respecto a la potencial ubicación de la escombrera. Así mismo, verificar con cartografía multitemporal, el comportamiento de los cuerpos de agua presentes, con el fin de determinar la envolvente de divagación.

## **Componente 7: Usos del Suelo**

### **I. Alcance**

Realizar un análisis de suelos con base en su vocación, servicios y estado actual en las áreas potenciales en donde se ubicará la escombrera.

## II. Etapa del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
X			

## III. Información requerida

Elaboración de cartografía de uso de suelos en las áreas potenciales de ubicación de la escombrera, a escala 1:10.000 o mayor, con sus respectivos análisis que incluyan vocación, servicios (provisión, regulación, soporte y cultural) y el estado actual (fertilidad, contaminación, compactación, degradación por erosión) con base en información primaria y secundaria.

## IV. ¿Cómo determinar los usos del suelo?

Diseñar un plan de muestreo en el área objeto del estudio y de ensayos de laboratorio para verificar y contrastar lo recopilado con los usos actuales del suelo, y el marco legal, a través de los instrumentos de ordenamiento territorial, estableciendo la correlación o el conflicto de uso.

### **Componente 8: Geotecnia**

#### I. Alcance

Realizar la zonificación geotécnica, considerando la susceptibilidad de las condiciones que puedan afectar o potencializar la estabilidad del sitio de la escombrera.

## II. Etapa del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
X			

## III. Información requerida

Mapa de geología (litología, propiedades índice ingenieriles de rocas y/o suelos), geomorfología (mapa de pendientes), hidrología, hidrogeología, cobertura de suelos, clima, sismicidad.

#### **IV. ¿Cómo determinar la geotecnia del área?**

Elaboración de mapas temáticos e identificación en el terreno de zonas geotécnicamente homogéneas, a escala 1:10.000 o mayor a partir de la información geológica, geomorfológica, hidrológica, hidrogeológica, de cobertura de suelos, clima y sismicidad.

### ***Componente 9: Impactos Ambientales***

#### **I. Alcance**

Determinar y valorar los posibles impactos generados en las áreas definidas como alternativas de ubicación de la escombrera.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

#### **III. Información requerida**

- a) Características bióticas del área (fauna, flora)
- b) Características abióticas del área (cuerpos hídricos, suelo, aire, etc.)

#### **IV. ¿Cómo determinar restricciones ambientales?**

A partir del conocimiento de las características bióticas y abióticas del área se debe realizar la identificación y valoración de impactos ambientales mediante la aplicación de instrumentos como matrices con el fin de establecer cual de las ubicaciones propuestas genera menor afectación ambiental.

### ***Componente 10: Condiciones Sociales del Territorio***

#### **I. Alcance**

Identificar las condiciones sociales del territorial que puedan influir en la definición de la ubicación de la escombrera y operación de la misma.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
<b>X</b>			

### III. Información requerida

- a) Propiedad del terreno
- b) Estado de orden publico
- c) Comunidad del área

### IV. ¿Cómo determinar las condiciones sociales del territorio?

- a) Se debe identificar la propiedad del terreno de las áreas propuestas para la ubicación de la escombrera, con el fin de establecer la posibilidad de adquisición del terreno o establecimiento de contratos de servidumbre.
- b) Determinar el orden público de las áreas propuestas para la ubicación de la escombrera es fundamental para contemplar condiciones que pueden influir en la seguridad y desarrollo de la operación minera.
- c) Conocer la comunidad del área y sus condiciones socioeconómicas es fundamental para establecer las posibles dinámicas que se puedan generar en torno a la construcción, operación y cierre de la escombrera.

### ***Componente 11: Distancias y tiempos movilización***

#### I. Alcance

Identificar los recursos necesarios para la movilización de estériles a las áreas propuestas para la ubicación de la escombrera a partir del conocimiento de distancia y tiempo de movilización.

#### II. Etapas del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
<b>X</b>			

### **III. Información requerida**

- a) Distancia entre el área de generación o acopio temporal del estéril y las áreas propuestas de ubicación de la escombrera.
- b) Tiempos de movilización entre el área de generación o acopio temporal del estéril y las áreas propuestas de ubicación de la escombrera.

### **IV. ¿Cómo identificar los recursos necesarios para la movilización de estériles a las áreas propuestas para la ubicación de la escombrera?**

Conociendo las distancias y tiempos movilización entre el área de generación o acopio temporal del estéril y las áreas propuestas de ubicación de la escombrera, es posible realizar una aproximación a los recursos técnicos y económicos requeridos para trasladar el estéril.

## **LINEAMIENTO 2: DEFINIR LA UBICACIÓN DE LA ESCOMBRERA CON BASE EN UN ANÁLISIS INTEGRAL TÉCNICO Y SOCIO ECONÓMICO**

### ***Componente 1: Ubicación de la Escombrera***

#### **I. Alcance**

Analizar de manera integral las potenciales áreas de disposición de estériles involucrando las temáticas evaluadas desde los componentes técnicos, ambientales, sociales y económicos a escala regional definiendo el área potencial de ubicación de la escombrera.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

#### **III. Información requerida**

- a) Línea base de conocimiento a escala regional de las áreas propuestas para la ubicación de la escombrera.

#### **IV. ¿Cómo determinar la ubicación de la escombrera?**

Se debe presentar un análisis sobre la alternativa seleccionada para disposición de estériles (escombrera), justificando su elección y las ventajas técnicas y socio-ambientales que esta tiene sobre las demás alternativas existentes.

- a) Realizar la superposición de los mapas temáticos, zonificar y cualificar la estabilidad geotécnica de los potenciales sitios identificados, para ubicar y seleccionar las escombreras.
- b) Con base en la cuantificación de la estabilidad geotécnica y demás información obtenida en las temáticas expuestas (Topografía, Geología, Geomorfología, Hidrogeología, Sismicidad, Hidrología e Hidráulica, Usos del Suelo, Geotecnia, impactos Ambientales, Condiciones Sociales del Territorio, Distancias y Tiempos de Movilización) se deben ponderar sus resultados y conclusiones mediante metodologías soportadas que permitan concluir la conveniencia de la construcción de la escombrera en el sitio determinado, y

garantizar su estabilidad, una vez se construya y entre en operación, así como en las etapas de cierre y post cierre.

## 6.7 LÍNEA ESTRATÉGICA PLANIFICACIÓN

La **Planificación** de la disposición de estériles tiene como soporte preliminar el conocimiento de la ubicación definitiva de la(s) escombrera(s), y se ejecuta al finalizar la **Concepción** hasta el inicio del **Diseño** de la escombrera. Esta línea busca orientar y construir conocimiento detallado del área de estudio sobre las temáticas básicas necesarias e imprescindibles con el fin de lograr una toma de decisiones acertada y, por consiguiente, un **Diseño** adecuado y seguro de la escombrera que se busca materializar.

El primer lineamiento corresponde a actividades de factibilidad donde se construye conocimiento riguroso sobre la alternativa seleccionada de ubicación definitiva de la escombrera, para ello es importante el levantamiento topográfico con el fin de tener una base de las obras civiles para evaluar accesos, excavaciones y movimientos de tierra necesarios. Las interacciones de las temáticas utilizadas (topografía, geología, hidrogeología, análisis y evaluación geotécnica, hidrografía e hidrología, e infraestructura existente y por construir) con la línea estratégica permiten dar paso al análisis de la información a escala de detalle sobre el estado y viabilidad técnica del área de ubicación definitiva de la escombrera.

El segundo lineamiento tiene relación con el transporte hasta contemplar el sistema de disposición y vertido selectivo de estériles dentro de la propia escombrera.

En resumen, la **Planificación** involucra la obtención de información relevante a escala de detalle que permita conocer de manera específica el sitio y el sistema de disposición de estériles. De esta forma, se permitirá garantizar la estabilidad y disminuir los riesgos asociados a la operación. Así mismo, la **Planificación** puede considerarse punto de referencia para desarrollar y realizar los estudios geotécnicos, y dar el respectivo aval en esta etapa de factibilidad para permitir el paso a la fase de **Diseño**, teniendo en cuenta a la vez aspectos ambientales frente a la **Construcción** y el **Monitoreo** de la escombrera.

## **LINEAMIENTO 1: ELABORAR LÍNEA BASE DE CONOCIMIENTO A ESCALA DETALLADA DEL ÁREA DE UBICACIÓN DE LA ESCOMBRERA**

### ***Componente 1: Topografía Detallada***

#### **I. Alcance**

Representar el sitio de la escombrera de forma esquemática y detallada para el logro de una adecuada lectura de la información topográfica que permita ubicar el proyecto con sus respectivas obras de soporte y complementarias y, que sirva de base para las cartografías temáticas, con el fin de dimensionar los respectivos diseños de la infraestructura a construir y/o adecuar.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

#### **III. Información requerida**

Levantamiento topográfico detallado, a escala 1:2000 o mayor, con curvas de nivel cada dos (2) metros, con inclusión de la infraestructura superficial existente (vías, líneas eléctricas, construcciones, centros poblados, etc.), accidentes geográficos principales (quebradas, cerros, etc.) incluyendo todo lo que pueda servir y soportar la planificación del proyecto, incluyendo la ubicación de la estructura de la escombrera.

#### **IV. ¿Cómo realizar la topografía a detalle?**

El levantamiento topográfico se puede lograr a través de una comisión con un equipo de topografía de detalle (GPS GNSS RTK) que tenga la capacidad de tomar una cantidad de puntos para lograr la ubicación de manera precisa y con todos los elementos existentes tanto de infraestructura como de accidentes geográficos. La topografía de detalle también se puede lograr con sobrevuelos a través de drones que tomen información necesaria y detallada para su posterior procesamiento y estructuración cartográfica.

### ***Componente 2: Geología Local***

#### **I. Alcance**

Elaborar un modelo geológico detallado como insumo para la construcción del modelo geológico-geotécnico local.

## II. Etapa del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
<b>X</b>			

## III. Información requerida

Cartografía a escala 1:2000 o mayor que contenga las unidades de roca, suelos y depósitos; con descripción composicional (estratigrafía local); definición de rasgos geológicos y estructurales locales (fallas, pliegues, características y estado del macizo rocoso, etc.); y toda aquella información relacionada que sirva de soporte para la planificación del proyecto.

## IV. ¿Cómo determinar la geología local?

Con base en los estudios de prospección y exploración, así como con la cartografía regional, determinar la geología local del área donde se construirá la escombrera. La geología local debe contener a nivel de detalle, información como estratigrafía, geología estructural, geomorfología y análisis de laboratorio de la roca que permita desde la petrografía y la mineralogía, definir de manera certera las rocas y los minerales presentes.

### ***Componente 3: Hidrogeología Local***

#### I. Alcance

Elaborar un modelo hidrogeológico numérico que sirva como punto de referencia para el posterior monitoreo del recurso en términos de calidad y cantidad, así como la evaluación hidrogeoquímica, geohidráulica, e hidrodinámica del área de la escombrera.

#### II. Etapa del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre

<b>X</b>			
----------	--	--	--

### III. Información requerida

Cartografía a escala 1:2000 o mayor de unidades hidrogeológicas y tipos de acuíferos presentes sobre el área de ubicación de la escombrera; inventario de puntos de agua (pozos, aljibes y manantiales); parámetros geohidráulicos, usos del agua subterránea; zonas de recarga y descarga y direcciones de flujo, así como la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación.

### IV. ¿Cómo determinar la hidrogeología local?

El modelo hidrogeológico deberá ser una representación en tres dimensiones de las condiciones estáticas y dinámicas de las unidades hidrogeológicas presentes en el área objeto de estudio y ubicación de la escombrera. La información con la que se elabora el modelo se basa en la geología y su descripción; con esto se puede definir la posibilidad de almacenar y transmitir agua, y determinar la posición de los niveles piezométricos (es necesario instalar piezómetros para calibrar el modelo, que pueden servir en el futuro para el monitoreo de la escombrera). La modelación contiene valores de recarga, condiciones de los flujos, inventario de puntos de agua, características hidráulicas como conductividad, y definición de formaciones.

## ***Componente 4: Hidrografía e Hidrología Local***

### I. Alcance

Procesar la información hidroclimatológica (caudal, precipitación, evaporación); régimen hidrológico predominante (máximos, mínimos y dominantes) e identificar los cuerpos de agua susceptibles de ser impactados para determinar su influencia en la planificación de la escombrera.

### II. Etapas del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
<b>X</b>			

### **III. Información requerida**

- a) Cartografía a escala 1:2000 o mayor que incluya la identificación de cuerpos lénticos y lóticos (envolvente de divagación) y sus zonas de recarga.
- b) Descripción de los patrones de drenaje, régimen hidrológico y caudales característicos de cuerpos cercanos o a intervenir.
- c) Caracterización fisicoquímica e hidrobiológica de las corrientes hídricas del área de influencia, susceptibles de ser intervenidas por la construcción de la escombrera.
- d) Toma de parámetros de acuerdo con el uso establecido (agrícola, recreativo, etc.), de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015 - Decreto Único Reglamentario Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS y los mencionados en la Resolución 631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS (valores límites para vertimientos puntuales en cuerpos de agua).
- e) Usos actuales y proyectados del agua que se pueden ver afectados por la construcción y operación de la escombrera (captación, generación de energía, riego, recreación, etc.).
- f) Conflictos actuales sobre disponibilidad y uso del agua para el cálculo del índice de escasez.
- g) Determinar actividades de mitigación de la erosión ocasionada por el manejo del agua.

### **IV. ¿Cómo determinar la hidrografía e hidrología local?**

Los datos obtenidos de las estaciones oficiales (hidrometeorología) deben contener información de picos presentes en escalas de tiempo (como mínimo un periodo de retorno) en los que se puede incluir información de 50 años en adelante; esto con el fin de analizar y verificar la periodicidad de eventos climáticos extremos y su influencia en los cuerpos de agua presentes en el área de estudio.

### ***Componente 6: Infraestructura Existente***

## I. Alcance

Identificar y caracterizar vías de acceso, estado y clasificación. Así mismo, definir la infraestructura existente asociada al proyecto.

## II. Etapas del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
X			

## III. Información requerida

Cartografía detallada a escala 1:2000 o mayor donde se ubiquen las vías de acceso existente que pueden ser utilizadas para la movilización del estéril y operación de la escombrera.

## IV. ¿Cómo determinar la infraestructura existente?

A través de la cartografía base existente disponible en diferentes plataformas oficiales identificar vías de acceso e infraestructura existente que pueda servir como soporte para la movilización del estéril y operación de la escombrera.

## 6.8 LÍNEA ESTRATÉGICA DISEÑO

La presente Línea Estratégica corresponde a la ingeniería conceptual, que se aplica inicialmente para identificar la viabilidad tanto técnica como económica del proyecto de disposición de estériles, y es la que marcará la pauta para el desarrollo de la ingeniería básica e ingeniería detallada. En esta etapa se elaboran todos los criterios, variables y parámetros de diseño para la construcción, operación, monitoreo, cierre y post cierre de la(s) escombrera(s) e infraestructura asociada.

La etapa de **Diseño** inicia una vez se compilen los resultados de los estudios detallados relacionados con el levantamiento de la línea base de conocimiento para el área de ubicación definitiva de la(s) escombrera(s), y se proyectan los equipos, y maquinaria de transporte y disposición de estériles en la escombrera.

El alcance de esta etapa con base en los lineamientos propuestos es determinar la capacidad portante del sitio de emplazamiento de la escombrera; definir y evaluar el tipo, método y secuencia constructiva; determinar parámetros físicos, químicos y geomecánicos de estériles y su potencial alteración e incidencia en los diseños y estabilidad física; determinar y evaluar factores (climatología, sismicidad, etc.) que influyen en la estabilidad física y química de la(s) escombrera(s); definir equipos necesarios para la disposición técnica del material estéril; establecer parámetros de diseño y evaluación geotécnica y tipificación del grado de amenaza de la geometría de los diseños, incluyendo, estructuras de contención si son requeridas, infraestructura vial y obras con diseños hidráulicos necesarias para el manejo de aguas subsuperficiales y de escorrentía; y definir sistemas complementarios que garanticen la estabilidad física y química de la escombrera; por lo descrito, nótese que se hace fundamental el manejo del agua y la preservación de la estabilidad física de la(s) escombreras.

Los parámetros de diseño necesarios para alimentar los modelos se definen desde ensayos de campo y laboratorio, y la tipología y cantidad está en función del tipo de material involucrado y el modelo constitutivo que se adopte para representar su comportamiento.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> SERNAGEOMIN Servicio Nacional de Geología y Minería – Gobierno de Chile, 2018. Guía metodológica para evaluación de la estabilidad física de instalaciones mineras remanentes. Santiago, Chile.

## **LINEAMIENTO 1: DETERMINAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE LA ESCOMBRERA**

### ***Componente 1: Determinación de las propiedades físicas, geomecánicas e hidráulicas de rocas y/o suelos de cimentación***

#### **I. Alcance**

Realizar la exploración geológica ingenieril superficial, subsuperficial y ensayos in situ y de laboratorio que permitan establecer las propiedades físicas, geomecánicas e hidráulicas de rocas y/o suelos de cimentación de la escombrera.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>	<b>X</b>		

#### **III. Información requerida**

- a) Base topográfica escala adecuada 1:2.000 o mayor.
- b) Distribución, espesores y homogeneidad de las rocas y suelos información obtenida a partir de la exploración directa (perforaciones, apiques y trincheras) e indirecta (métodos geofísicos).
- c) Perfil geológico – geotécnico.
- d) Como mínimo propiedades de resistencia de rocas y/o suelos de cimentación: cohesión, ángulo de fricción interna, pesos unitarios, consolidación, disposición del nivel freático y supuestos del características y volúmenes de materiales a disponer en la escombrera.

#### **IV. ¿Cómo determinar la capacidad portante de la escombrera?**

Con base en la información topográfica, distribución litológica y de las propiedades de resistencia y el efecto del agua se determinará la capacidad de soporte de la base de la cimentación, y la estabilidad estática y dinámica.

La intensidad de la investigación del subsuelo, la cantidad y clase de ensayos y tipos de análisis geotécnicos están en relación técnica directa con el tamaño y volumen de estériles a disponer; y la complejidad geotécnica de las rocas y/o suelos de fundación y las características físico química y geomecánicas de estériles.

## LINEAMIENTO 2: DEFINIR Y EVALUAR EL TIPO, MÉTODO Y SECUENCIA CONSTRUCTIVA DE LA ESCOMBRERA

### *Componente 1: Diseñar y plantear los procesos constructivos de la escombrera estable*

#### I. Alcance

Garantizar la homogeneidad de la disposición de estériles y la estabilidad de la escombrera.

#### II. Etapas del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
X	X		

#### III. Información requerida

- La topografía de la superficie de cimentación de la escombrera.
- Las características físicas, mecánicas, granulométricas de los materiales estériles a disponer y de la roca y/o suelo de cimentación.
- La dirección y distribución de las aguas de escorrentía.
- Ritmo de descarga del volumen de vertido, marca la estabilidad de la escombrera.

#### IV. ¿Cómo definir y evaluar el tipo, método y secuencia constructiva de la escombrera?

Definición de los métodos y requerimientos de equipos adicionales si se requieren para la colocación y compactación del estéril, dependiendo de la dureza, resistencia y degradabilidad de estériles.

Con base en la topografía de cimentación determinar la secuencia de disposición de estériles, entre estas: vertido libre, vertido en fases, fases ascendentes superpuestas, necesidad de estructura de contención a la pata.

### **LINEAMIENTO 3: DETERMINAR LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y GEOMECÁNICOS EMPLEADOS Y LA POTENCIAL ALTERACIÓN FUTURA DEL MATERIAL ESTÉRIL EN LOS DISEÑOS Y ESTABILIDAD FÍSICA**

***Componente 1: Conocer o inferir los potenciales cambios, a través del tiempo, de las propiedades físicas, químicas, hidráulicas, de alteración y geomecánicas de los materiales estériles***

#### **I. Alcance**

Determinar los cambios de las propiedades físicas, químicas, hidráulicas, de alteración y geomecánicas de los materiales estériles.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>	<b>X</b>		

#### **III. Información requerida**

Dureza de la roca y/o suelos, susceptibilidad a cambios por los procesos de intemperismo y parámetros de resistencia dinámicos.

#### **IV. ¿Cómo conocer o inferir los potenciales cambios de la escombrera?**

Determinar a través de ensayos de laboratorio la durabilidad y degradabilidad de los materiales estériles y los potenciales cambios por la pérdida de resistencia, permeabilidad y otros parámetros que se identifiquen e impacten la estabilidad física de la escombrera.

## **LINEAMIENTO 4: DETERMINAR LOS FACTORES DETONANTES EN LA ESTABILIDAD FÍSICA DE LAS ESCOMBRERAS**

### ***Componente 1: Determinación del efecto del agua y la sismicidad en la estabilidad física de las escombreras***

#### **I. Alcance**

Determinar el efecto del agua superficial y subsuperficial en la estabilidad física y carga sísmica a partir del coeficiente de aceleración horizontal.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

#### **III. Información requerida**

- a) Efecto del agua (profundidad del nivel freático, descenso del frente húmedo).
- b) Coeficiente de aceleración horizontal según periodos de recurrencia exigidos por norma

#### **IV. ¿Cómo determinar el efecto del agua y la sismicidad en la estabilidad física de la escombrera?**

- a) Efecto agua. Determinación cuantitativa de la precipitación, infiltración y ponderación de las lluvias torrenciales como potencial detonante de estabilidad, considerado cálculos y periodos de retorno según la normatividad colombiana vigente.
- b) Efecto sismicidad. Evaluar la asignación del coeficiente de aceleración con base en el Estudio de amenaza sísmica de Colombia (AIS, 2009), de estudios regionales, de microzonificación sísmica, o del sitio usando las ecuaciones de atenuación sugeridas en el estudio AIS, 2009.

## **LINEAMIENTO 5: ESTABLECER LOS PARÁMETROS DE DISEÑO, EVALUACIÓN GEOTÉCNICA Y TIPIFICACIÓN DEL GRADO DE AMENAZA DE LA GEOMETRÍA DE LOS DISEÑOS, INCLUYENDO, ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN SI SON REQUERIDAS, INFRAESTRUCTURA VIAL Y OBRAS CON DISEÑOS HIDRÁULICOS NECESARIAS PARA EL MANEJO DE AGUAS SUBSUPERFICIALES Y DE ESCORRENTÍA**

### ***Componente 1: Análisis geotécnicos de estabilidad física de la escombrera***

#### **I. Alcance**

Realizar diferentes análisis de sensibilidad geotécnica, para las condiciones estáticas y pseudoestática, que permitan determinar o comprobar la geometría del diseño final estable y obras anexas a la escombrera.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

#### **III. Información requerida**

- a) Perfiles geológico – geotécnicos.
- b) Geometría del diseño y modelo topográfico del área de influencia de la escombrera.
- c) influencia de los potenciales efectos del agua.
- d) Propiedades ingenieriles de los materiales estériles y fundación: de resistencia geomecánica y deformación.
- e) Sismicidad del área de influencia de depósito de estériles.

#### **IV. ¿Cómo determinar la estabilidad física y tipificación del nivel de amenaza para condiciones estáticas y dinámicas?**

Determinar la estabilidad física y tipificación del nivel de amenaza para condiciones estáticas y dinámicas con base en métodos de análisis válidos y

reconocidos en geotecnia, con o sin empleo de software especializado, entre éstos: método de equilibrio límite y método de elementos finitos.

***Nota:*** Los métodos de equilibrio límite y elementos finitos buscan cubrir los análisis físico -matemáticos- tablas, a emplear en pequeñas escombreras. sin necesidad de empleo de software. según la escala o tamaño de la escombrera y proyecto minero, Se debe considerar la exigencia y rigurosidad de la exploración, ensayos y análisis geotécnicos.

## **LINEAMIENTO 6: REALIZAR EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DESCARGA DEL ESTÉRIL**

### ***Componente 1: Método de Transporte y Descarga del material Estéril***

#### **I. Alcance**

Elaborar los diseños de los sistemas de transporte, descarga y operación para la disposición de estériles.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

#### **III. Información requerida**

- a) Línea base de conocimiento a escala regional.
- b) Línea base de conocimiento a escala detallada.

#### **IV. ¿Cómo definir el método de transporte, descarga y operación en la disposición de estériles?**

A partir de la información obtenida como línea base en los lineamientos de Concepción y Planificación y buscando la mejor alternativa de transporte, descarga y operación del vertido y disposición de estériles, se diseñará el medio de transporte y descarga adecuado, teniendo en cuenta la mínima afectación, la menor distancia y la disposición correcta en la escombrera.

## **LINEAMIENTO 7: DEFINIR LOS EQUIPOS NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, CIERRE Y POST-CIERRE DE LA ESCOMBRERA**

### ***Componente 1: Equipos***

#### **I. Alcance**

Realizar el cálculo de los equipos necesarios para la construcción, operación, cierre y post-cierre de la escombrera.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

#### **III. Información requerida**

- a) Diseños de los sistemas de transporte, descarga y operación para la disposición de estériles.
- b) Diseños definidos en el Plan de Cierre Progresivo y definitivo de la escombrera.
- c) Producción del material estéril.
- d) Sistema de vertido.
- e) Ritmo de vertido.
- f) Ciclos de equipos y transporte.
- g) Granulometría del material estéril.
- h) Compactación requerida de los materiales.

#### **IV. ¿Cómo determinar los equipos necesarios para la construcción, operación, cierre y post-cierre de la escombrera?**

A partir de los diseños de los sistemas de transporte, descarga y operación para la disposición de estériles. Plan de Cierre Progresivo y definitivo de la escombrera, así como características planteadas para la operación minera se determinarán el tipo, cantidad de equipo para el transporte y maquinaria.

## **LINEAMIENTO 8: DEFINIR LOS SISTEMAS COMPLEMENTARIOS QUE GARANTICEN LA ESTABILIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DE LA ESCOMBRERA**

### ***Componente 1: Instalaciones complementarias***

#### **I. Alcance**

Realizar diseños de las instalaciones y sistemas complementarios para la gestión de los depósitos estériles e infraestructura asociada.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
<b>X</b>			

#### **III. Información requerida**

- a) Información topográfica de influencia al sitio de escombrera.
- b) Localización y dimensiones técnicas de las obras complementarias requeridas.
- c) Dimensiones de los equipos seleccionados, para el caso de diseño de las vías de acceso e internas.
- d) Resultados de estudio hidrológico y diseños hidráulicos.

#### **IV. ¿Cómo determinar las instalaciones complementarias requeridas?**

Con base en la información requerida, incluir en los diseños la ubicación de vías con diseño técnico, obras hidráulicas requeridas e instalaciones con diseños arquitectónicos y civiles

Incluir en los diseños la localización de las vías, obras hidráulicas requeridas e instalaciones con diseños arquitectónicos y civiles

## 6.9 LÍNEA ESTRATÉGICA CONSTRUCCIÓN INICIAL

La etapa de **Construcción Inicial** puede desarrollarse una vez se aprueben los documentos técnicos mineros y ambientales, y se obtengan los instrumentos respectivos donde se han validado los diseños de las obras a construir, relacionadas con la(s) escombrera(s). El instrumento ambiental corresponde a la Licencia Ambiental o la aprobación del Plan de Manejo Ambiental PMA y el instrumento minero a la aprobación del documento técnico respectivo.

La **Construcción Inicial** en esencia corresponde a la ingeniería de terreno donde entra en calibración y completitud el diseño detallado de la escombrera que se proyecta construir; aquí es en donde se desarrolla la ingeniería y la mejor alternativa de construcción para el logro de una mayor estabilidad. Así mismo, se debe hacer un continuo seguimiento comparativo de los documentos que contengan los diseños aprobados respecto al programa de avance y ejecución de las obras, con énfasis en la geometría y estabilidad física de la escombrera.

Específicamente, esta etapa se refiere a la construcción de estructuras e infraestructura que deben estar instaladas antes de que comience el descargue y disposición de estériles. Esto incluye, por ejemplo, el retiro de vegetación y suelos orgánicos, además de la construcción de rutas de acceso e infraestructura asociada para el manejo de aguas superficiales y subsuperficiales.

El alcance de esta etapa con base en los lineamientos propuestos es realizar la preparación del sitio de fundación eliminando potenciales problemas de estabilidad, construir obras hidráulicas y demás requeridas para manejo de aguas superficiales y subsuperficiales, e implementar según diseños, la construcción de la escombrera y sistemas complementarios, comprobando su aplicabilidad o la necesidad de ajustes técnicos.

## **LINEAMIENTO 1: REALIZAR EN EL TERRENO LA MATERIALIZACIÓN DEL DISEÑO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS**

### ***Componente 1: Validación del Diseño Geométrico y Localización de obras complementarias a construir***

#### **I. Alcance**

Materialización topográfica en el sitio del diseño de sitio de la escombrera y obras a construir.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
	<b>X</b>		

#### **III. Información requerida**

- a) Topografía base del área.
- b) Geometría del Diseño geotécnico estable de la escombrera y la ubicación de las obras complementarias.

#### **IV. ¿Cómo realizar la validación del diseño geométrico y localización de obras complementarias a construir?**

Realizar el levantamiento topográfico y materializar con estacas o mojones el diseño geométrico. Determinar de los ajustes necesarios y su replanteamiento en el sitio.

## **LINEAMIENTO 2: REALIZAR LA PREPARACIÓN DEL SITIO DE FUNDACIÓN ELIMINANDO POTENCIALES PROBLEMAS DE ESTABILIDAD**

### ***Componente 1: Realizar la adecuación de la fundación de la escombrera***

#### **I. Alcance**

Realizar el mejoramiento del suelo y/o roca de fundación.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
	<b>X</b>		

#### **III. Información requerida**

- a) Espesores y volúmenes de la cubierta vegetal y orgánica.
- b) Espesores, volúmenes y características de los suelos ingenieriles con bajas a nulas propiedades mecánicas.

#### **IV. ¿Cómo realizar la adecuación de la fundación de la escombrera?**

Hacer el desmonte y disposición técnica de la cubierta vegetal, materia orgánica, suelos de baja calidad mecánica y mejora de la superficie de cimentación construyendo escalones con el buldócer, que aportan resistencia al corte.

## **LINEAMIENTO 3: CONSTRUIR OBRAS HIDRÁULICAS Y DEMÁS REQUERIDAS PARA MANEJO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES**

***Componente 1: Construcción bajo diseños hidráulicos de los drenajes subsuperficiales (filtros, trincheras drenantes, etc.), canales perimetrales y tanques sedimentadores, requeridos en la etapa de arranque***

### **I. Alcance**

Evacuar mediante el diseño de un sistema de drenaje las aguas subsuperficiales y de infiltración que puedan afectar la estabilidad física de la escombrera y a su vez construir las cunetas o canales perimetrales que minimicen el ingreso de las aguas superficiales.

### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
	<b>X</b>		

### **III. Información requerida**

- a) Topografía base del área.
- b) Diseños y secciones acotadas del sistema de drenaje subsuperficial soportados con cálculos hidráulicos.
- c) Diseños y secciones acotadas de los canales, tanques sedimentadores y demás obras hidráulicas para el manejo de las aguas superficiales.

### **IV. ¿Cómo desarrollar las obras necesarias para el manejo de las aguas subsuperficiales y superficiales?**

Materialización con topografía, donde se requiera, y construcción de las obras para manejo de las aguas subsuperficiales y superficiales que cumplan con las especificaciones de los diseños hidráulicos.

## 6.10 LÍNEA ESTRATÉGICA OPERACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y CIERRE PROGRESIVO

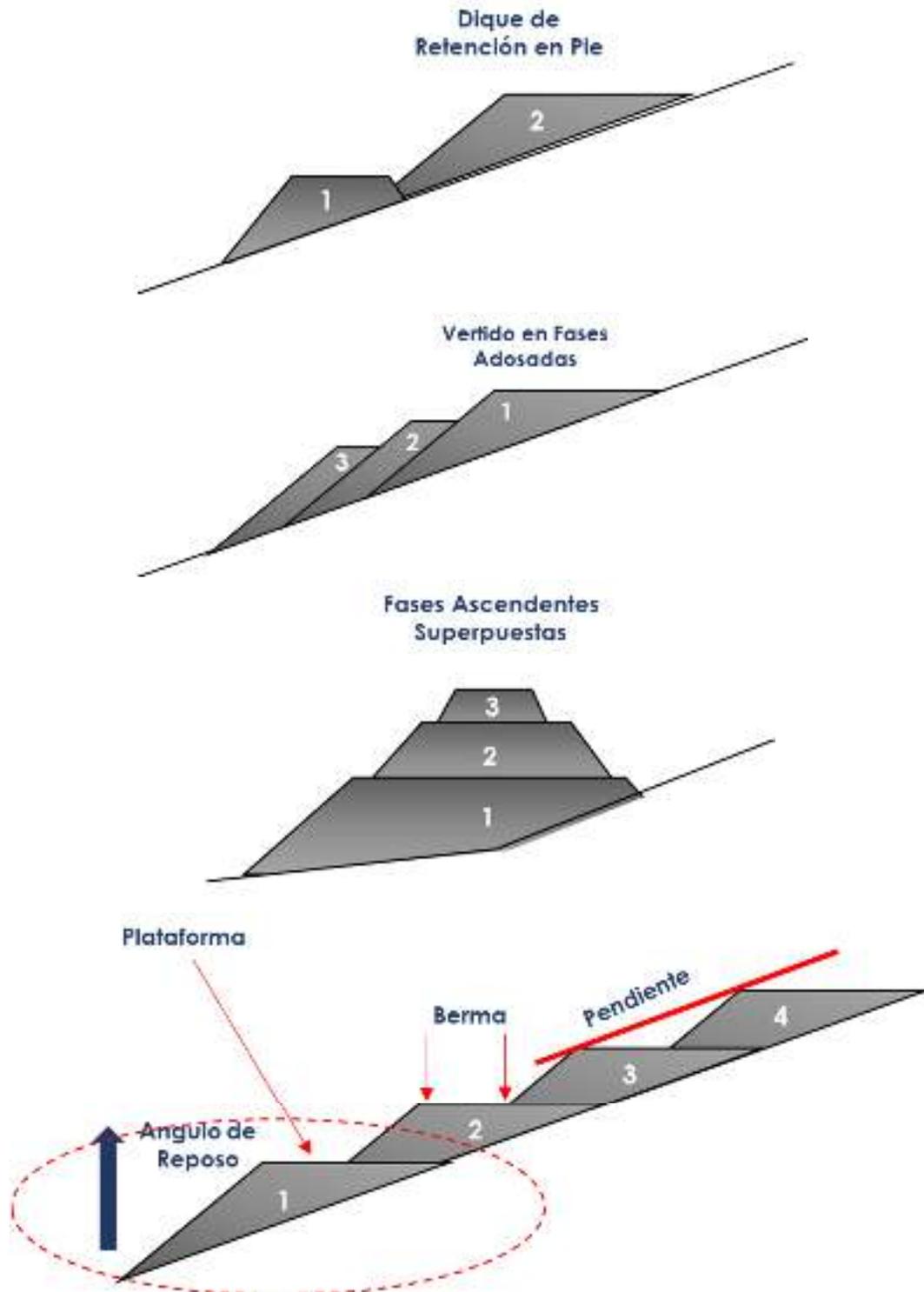
La etapa de **Operación** incluye actividades relacionadas con el transporte, la descarga y la disposición de estériles en una escombrera.

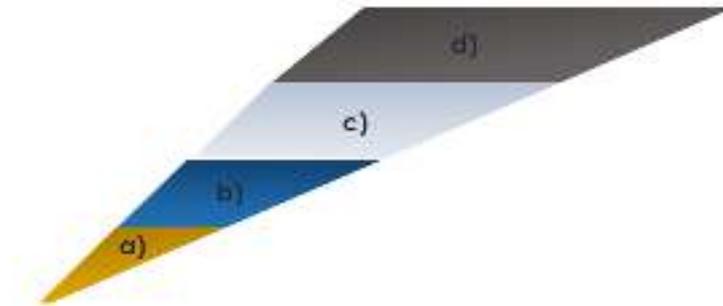
En cuanto a la **Construcción y Cierre Progresivo** o en curso, se refiere a como se transportan estériles y como se descargan, y al método y procedimiento constructivo siguiendo el diseño y especificaciones técnicas del proyecto, elevando o realzando la topografía o morfología con la acumulación de estériles; o en el caso de las escombreras se relaciona a cómo se pueden agregar nuevas fases o niveles de estériles según el diseño, y a la forma de disponerlos en la escombrera garantizando la estabilidad y las máximas medidas de seguridad tanto en construcción como en crecimiento de la estructura, y sus respectivas restricciones y limitaciones.

Cabe anotar que las autoridades mineras y ambientales brindan aval a la forma, geometría y altura según el diseño presentado por el operador/titular minero, y con base en este se programará el cierre progresivo de la estructura.

El alcance de esta etapa con base en los lineamientos propuestos es realizar la construcción progresiva de la escombrera; realizar el control estadístico al volumen de disposición y seguimiento al proceso constructivo según diseño y planeación de disposición de estériles; comprobar con ensayos e investigación directa las propiedades de los materiales estériles dispuestos, propiedades físicas, químicas y geomecánicas y su estabilidad a través de la vida útil; y realizar el cierre progresivo del área.







**Figura 10. Tipos de escombreras según la secuencia de construcción.**  
**Fuente: (López Jimeno, C et al, 1989), adaptado ATG Ltda., 2021.**

## **LINEAMIENTO 1: IMPLEMENTAR Y REALIZAR LA CONSTRUCCIÓN PROGRESIVA DE ACUERDO A LOS DISEÑOS DE LA ESCOMBRERA Y SISTEMAS COMPLEMENTARIOS, COMPROBANDO SU APLICABILIDAD O LA NECESIDAD DE AJUSTES TÉCNICOS**

### ***Componente 1: Operación y seguimiento de la construcción de la escombrera***

#### **I. Alcance**

Disponer de los controles técnicos, operativos y seguimiento de la construcción de la escombrera

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
		<b>X</b>	

#### **III. Información requerida**

- a) Control topográfico.
- b) Control del volúmenes y características físico mecánicas de estériles dispuestos.
- c) Velocidad de vertido de estériles.
- d) Grado de alterabilidad de los materiales dispuestos.
- e) Control del cumplimiento del tipo de vertido y grado de compactación.

#### **IV. ¿Cómo desarrollar las actividades de operación y seguimiento de la construcción de la escombrera?**

Desarrollar protocolos que ayuden a la evaluación técnica de todas las actividades planteadas en los diseños, proceso de disposición, manejo de aguas, grado meteorización, grado de compactación, que confirmen la bondad de los diseños o plantear modificaciones a los diseños.

## **LINEAMIENTO 2: COMPROBAR CON ENSAYOS E INVESTIGACIÓN DIRECTA LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ESTÉRILES DISPUESTOS, PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y GEOMECÁNICAS Y SU ESTABILIDAD A TRAVÉS DE LA VIDA ÚTIL**

### ***Componente 1: Verificación de los parámetros geomecánicos usados en los diseños de estabilidad física***

#### **I. Alcance**

Realizar ensayos físicos y geomecánicos en el sitio y en laboratorio de la cimentación y de materiales estériles dispuestos en la escombrera.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
		<b>X</b>	

#### **III. Información requerida**

Propiedades de resistencia de rocas y/o suelos de cimentación: cohesión, ángulo de fricción interna, pesos unitarios, disposición del nivel freático, granulometría, durabilidad, segregación y aparición de niveles piezométricos. Topografía con la geometría que presenta la escombrera en esa etapa de construcción.

#### **IV. ¿Cómo verificar los parámetros geomecánicos usados en los diseños de estabilidad física?**

- a) Realización de toma de muestras y determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales dispuestos en esa etapa constructiva de la escombrera.
- b) Realizar la comparación de los parámetros geomecánicos y físicos de los resultados obtenidos y los asumido o supuestos en la fase de diseño.
- c) En caso de grandes variaciones se realizará un nuevo análisis de estabilidad geotécnica y las modificaciones necesarias

## **LINEAMIENTO 3: REALIZAR EL CIERRE PROGRESIVO DEL ÁREA**

### ***Componente 1: Planificación del cierre progresivo de la escombrera***

#### **I. Alcance**

Disponer de un cronograma de ejecución de las actividades de construcción, operación y áreas disponibles para rehabilitación ecológica de la escombrera.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
		<b>X</b>	

#### **III. Información requerida**

- a) Diseño detallado por fases y plan de llenado en la escombrera.
- b) Diseño de obras hidráulicas con la ubicación espacial y temporal.
- c) Seguimiento a la estabilidad física de la escombrera en su avance constructivo.
- d) Programa de revegetalización con la ubicación espacial y temporal con el avance constructivo de la escombrera.

#### **IV. ¿Cómo desarrollar la planificación del cierre progresivo de la escombrera?**

Ejecución de los diferentes planes, programas y cronograma de forma secuencial que permitan la rehabilitación progresiva y cierre de la escombrera

## 6.11 LÍNEA ESTRATÉGICA CIERRE

En el Plan de Cierre y Abandono que requiere los términos de referencia para elaborar los documentos técnicos mineros y el EIA para obtener la aprobación del programa de trabajos y obras PTO, y el instrumento ambiental, incluye la solicitud de recuperación del área explotada en donde se enfatiza en la zona destinada a la disposición de estériles mediante alternativas acordes al ordenamiento territorial municipal.

La etapa de **Cierre** nace en teoría desde la **Concepción** del proyecto minero y del manejo de estériles, e inicia en la práctica con la última descarga de material estéril en la escombrera según los diseños y las especificaciones técnicas aprobadas, y esta instalación entra en un proceso de cierre y abandono que incluye retiro de la infraestructura, y la reconformación y reforestación del área.

Esto implica que es esencial que los aspectos clave del proceso de cierre sean apropiadamente integrados en toda la cadena de vida de proyecto minero, concepción, planeación, diseño de ingeniería, construcción y principalmente en el periodo de operación de esta.<sup>13</sup>

El alcance de esta etapa con base en los lineamientos propuestos es determinar la estabilidad física de la escombrera con base en la geometría final, y en la verificación de parámetros geomecánicos, y elaborar mapas que cuantifiquen y/o cualifiquen el grado de amenaza; recuperar y rehabilitar el área de ubicación de la escombrera; y documentar la información técnica, ambiental y socio económica relacionada con el cierre de la escombrera.

---

<sup>13</sup> Tomado y modificado de SERNAGEOMIN Servicio Nacional de Geología y Minería – Gobierno de Chile, 2018. Guía metodológica para evaluación de la estabilidad física de instalaciones mineras remanentes. Santiago, Chile.

## **LINEAMIENTO 1: DETERMINAR LA ESTABILIDAD FÍSICA DE LA ESCOMBRERA CON LA GEOMETRÍA FINAL, CON LA VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS Y ELABORACIÓN DE MAPAS DONDE SE IDENTIFIQUE EL GRADO DE AMENAZA**

### ***Componente 1: Estabilidad física final de la escombrera***

#### **I. Alcance**

Realizar los análisis geotécnicos para la geometría y parámetros de resistencia geomecánica al cierre de la escombrera.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
			<b>X</b>

#### **III. Información requerida**

- Modelo topográfico y geológico-geotécnico con la geometría final de la escombrera.
- Parámetros físicos, geomecánicos y deformabilidad actualizados al momento del cierre de la escombrera.
- Parámetros detonantes de potenciales inestabilidades: lluvia y sismicidad.

#### **IV. ¿Cómo determinar estabilidad física final de la escombrera?**

- Para la geometría final del cierre de la escombrera, determinar la estabilidad física y tipificación del nivel de amenaza para condiciones estáticas y dinámicas con base en métodos de análisis válidos y reconocidos en geotecnia, con o sin empleo de software especializado, entre éstos método de equilibrio límite, elementos finitos según normatividad colombiana.
- Para el caso de ser necesario las zonas con potenciales inestabilidades (amenaza alta) se deben presentar las obras de mitigación, con diseños y cronograma de ejecución.

## **LINEAMIENTO 2: RECUPERAR Y REHABILITAR EL ÁREA DE UBICACIÓN DE LA ESCOMBRERA**

### ***Componente 1: Recuperación y rehabilitación del área***

#### **I. Alcance**

Realizar las actividades enfocadas a la recuperación y rehabilitación del área de ubicación de la escombrera.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
			<b>X</b>

#### **III. Información requerida**

- a) Diseños estipulados en el Plan de Cierre del proyecto minero.
- b) Parámetros físicos, químicos actualizados del área de ubicación de la escombrera.
- c) Características del suelo en el que se ubica la escombrera (humedad, fertilidad, contenido de materia orgánica, etc.).
- d) Dinámica natural del área (corredores ecológicos, fauna, flora)

#### **IV. ¿Cómo desarrollar la recuperación y rehabilitación del área de ubicación de la escombrera?**

A partir del diseño comprendido en el Plan de Cierre se deberán desarrollar actividades enfocadas a la recuperación del área, como mejoramiento de las características del suelo para la realizar posteriormente procesos de revegetalización, reencauzamiento de cuerpos hídricos modificados por el desarrollo del proyecto minero, construcción de corredores ecológicos, y demás actividades que se consideren necesarias para lograr a media y largo plazo la recuperación y rehabilitación del área, promulgando la armonización del entorno con la escombrera.

## **LINEAMIENTO 3: DOCUMENTAR LA INFORMACIÓN TÉCNICA, Y AMBIENTAL RELACIONADA CON EL CIERRE DE LA ESCOMBRERA**

### ***Componente 1: Entrega de registro y soportes documentales del cierre de la escombrera***

#### **I. Alcance**

Elaborar un documento que integre la información técnica y ambiental relacionada la etapa de cierre de la escombrera.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
			<b>X</b>

#### **III. Información requerida**

- a) Datos estadísticos de volumen conformado en la escombrera.
- b) Topografía con la conformación final de la escombrera, con la localización precisa de todas las obras hidráulicas y civiles -estructura de contención- y su funcionalidad que garantiza la estabilidad física de la escombrera.
- c) Registro del monitoreo de estabilidad geotécnica.
- d) Registro del monitoreo del agua, incluida la presencia de niveles piezométricos.
- e) Registro del desmantelamiento de instalaciones adjuntas.
- f) Procesos de recuperación y rehabilitación del área desarrollados.
- g) Parámetros físico químicos de las fuentes hídricas y suelo del área de influencia de la escombrera

#### **IV. ¿Cómo documentar la información relacionada al cierre de la escombrera?**

Elaboración de un documento que presenta la información técnica y ambiental al momento del cierre, la proyección a mediano y largo plazo de la escombrera respecto a su estabilidad física y química, grado de amenaza, procesos desarrollados para la mitigación de impactos ambientales y recuperación y rehabilitación del área.

## 6.12 LÍNEA ESTRATÉGICA POST CIERRE

En cuanto al manejo de estériles, las guías y documentos especializados se enfocan en la estabilidad física y química de las escombreras profundizando en los impactos y riesgos sobre su área de influencia; pero son pocos los que basan su teoría y experiencias en la trazabilidad que tienen este tipo de instalaciones mineras asociada a su **Concepción, Planificación, Diseño, Construcción, Operación, Cierre y Post Cierre.**

La etapa de **Post-Cierre** nace en teoría desde la **Concepción** del proyecto minero y del manejo de estériles, e inicia en la práctica con el desmantelamiento de la infraestructura, el Plan de Cierre se ha implementado y la escombrera ha pasado a la etapa de mantenimiento y monitoreo a largo plazo.

El alcance de esta etapa con base en los lineamientos propuestos es la entrega de las actividades, instalaciones, obras y resultados arrojados producto de la etapa de cierre de la escombrera.

## **LINEAMIENTO 1: ENTREGA DE ACTIVIDADES, INSTALACIONES, OBRAS Y RESULTADOS DE LA ETAPA DE CIERRE DE LA ESCOMBRERA**

### ***Componente 1: Entrega final de la escombrera***

#### **I. Alcance**

Realizar la entrega final de la estructura, instalaciones y obras resultantes desarrolladas a al propietario del área autoridad local y comunidad del área de influencia de la escombrera.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y abandono</b>
			X

#### **III. Información requerida**

- a) Actividades desarrolladas en la etapa de cierre.
- b) Obras e instalaciones construidas.
- c) Documento con la información técnica y ambiental de la escombrera al momento del cierre del proyecto minero

#### **IV. ¿Cómo se efectúa la entrega de las instalaciones y obras resultantes de la etapa de cierre de la escombrera?**

- a) Se entregará un documento técnico que comprenda las actividades desarrolladas en la etapa de cierre, obras e instalaciones construida que garanticen la estabilidad física y química de la escombrera, así como las características del área posterior al desarrollo de estas actividades.
- b) A partir de la evaluación final de la escombrera respecto a sus características físicas, químicas y geomecánicas y según lo establecido en los instrumentos de ordenamiento territorial que reglamenta el área de ubicación de la escombrera se propondrán usos para esta (ganadería, recreación, recuperación ambiental, etc.).

## 6.13 LÍNEA ESTRATÉGICA MANTENIMIENTO

La etapa de **Mantenimiento** se realiza desde la **Construcción Inicial** hasta el **Cierre** y **Post Cierre** de la(s) escombrera(s), este incluye actividades preventivas, predictivas y correctivas que se llevan a cabo para facilitar la operación correcta y continua de toda la infraestructura con el fin de garantizar su estabilidad física y química.

El alcance de esta etapa con base en los lineamientos propuestos es realizar actividades de **Mantenimiento** para preservar la operatividad y estabilidad física y química de la escombrera e infraestructura asociada a lo largo de su ciclo de vida.

## **LINEAMIENTO 1: REALIZAR ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PARA PRESERVAR LA OPERATIVIDAD Y ESTABILIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DE LA ESCOMBRERA E INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A LO LARGO DE SU CICLO DE VIDA**

### ***Componente 1: Mantenimiento Preventivo***

#### **I. Alcance**

Realizar el mantenimiento preventivo de maquinaria, equipos, y sistemas necesarios para el manejo de la disposición de estériles en la escombrera.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
		<b>X</b>	<b>X</b>

#### **III. Información requerida**

Plan de mantenimiento preventivo.

#### **IV. ¿Cómo se ejecuta el mantenimiento preventivo a la escombrera?**

Desarrollar actividades de mantenimiento preventivo a partir de información de hojas de vida de equipos, vida útil de los mismos, especificaciones del fabricante o proveedor, con el fin de facilitar la operación correcta y continua de toda la infraestructura (civil, mecánica, eléctrica, de instrumentación, etc.); por ejemplo, se entiende por mantenimiento preventivo el realizado a bombas eléctricas, y calibración de equipos de instrumentación geotécnica.

### ***Componente 2: Mantenimiento Predictivo***

#### **I. Alcance**

Realizar el mantenimiento predictivo de las estructuras, maquinaria, equipos, y sistemas necesarios para el manejo de la disposición de estériles en la escombrera.

## II. Etapa del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
		X	X

## III. Información requerida

Plan de mantenimiento predictivo.

## IV. ¿Cómo se ejecuta el mantenimiento predictivo a la escombrera?

Desarrollar actividades de mantenimiento predictivo llevado a cabo en respuesta a los resultados de las actividades de monitoreo que miden la condición de un recurso o elemento específico en comparación con criterios de desempeño; por ejemplo, el remplazo de tubería que no cuenta con las especificaciones mínimas, el retiro de vegetación de los taludes de la escombrera, terraplenes y otros tipos de estructuras, que pueda incidir en su estabilidad.

### ***Componente 3: Mantenimiento Correctivo***

#### I. Alcance

Realizar el mantenimiento correctivo de las estructuras, maquinaria, equipos, y sistemas necesarios para el manejo de la disposición de estériles en la escombrera.

## II. Etapa del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
		X	X

## III. Información requerida

Plan de mantenimiento correctivo.

#### **IV. ¿Cómo se ejecuta el mantenimiento correctivo a la escombrera?**

Desarrollar las actividades de mantenimiento correctivo como respuesta al hallazgo de fallas, daños, desgastes, realizados durante el monitoreo y vigilancia cuya ejecución según lo evidenciado puede ser de carácter inmediato.

## 6.14 LÍNEA ESTRATÉGICA MONITOREO

El **Monitoreo** del comportamiento de una escombrera inicia a partir del **Diseño** de los instrumentos que se instalarán en la fase de **Construcción Inicial** y la recolección de datos se da desde la misma construcción, pasando por la **Operación** hasta el **Cierre y Post-Cierre**.

Se requiere hacer énfasis a los titulares y operadores mineros en la necesidad de ejecutar las obras de construcción de la(s) escombrera(s) de acuerdo a sus propios parámetros de diseño aprobados tanto por la autoridad ambiental como la autoridad minera, además urge mantener un registro durante la operación de una serie de variables que permiten llevar un control y seguimiento de factores preponderantes a la hora de evaluar la estabilidad física.<sup>14</sup>

El **Monitoreo** (se realiza con instrumentos e información que permitan verificar las condiciones del área donde se dispondrán estériles, tales como inclinómetros, extensómetros, topografía, geología, hidrogeología, geotecnia, caracterización del macizo rocoso y sus propiedades geomecánicas entre otros; instrumentos e información que se mantendrá y de ser necesario, será actualizada a lo largo de la vida útil del proyecto) incluye además las acciones que permiten evaluar, validar y realizar seguimiento de las medidas implementadas en las etapas de **Cierre y Post-Cierre**.

El **Monitoreo** no solo incluye instrumentación y toma de datos; también involucra la implementación de procedimientos, ensayos de laboratorio periódicos y toda la información debe integrarse en un análisis multitemporal que incluya la construcción de modelos, generando alertas tempranas, y por lo tanto, enfocarse hacia el propósito de mantener la estabilidad física de las escombrera(s) en el tiempo mediante métodos particulares de estudio necesarios para cada escombrera que permitan tomar las medidas apropiadas para asegurar su estabilidad física durante las etapas de **Cierre y Post Cierre**.

La gestión de la estabilidad física durante todas las etapas del ciclo de vida de una faena minera, implementando y coordinando buenas prácticas y monitoreo, tiene beneficios directos como la optimización de los recursos financieros y la reducción de las posibilidades de surgimiento de inestabilidades físicas<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> Tomado y modificado de SERNAGEOMIN Servicio Nacional de Geología y Minería – Gobierno de Chile, 2018. Guía metodológica para evaluación de la estabilidad física de instalaciones mineras remanentes. Santiago, Chile.

<sup>15</sup> *Ibíd.* Pag. 60.

El alcance de esta etapa con base en los lineamientos propuestos es diseñar y ejecutar un programa de **Monitoreo**, vigilancia y verificación periódica mediante la toma de datos que permitan controlar la estabilidad física y química de la escombrera durante su construcción, y a lo largo de su ciclo de vida.

## **LINEAMIENTO 1: DISEÑAR Y EJECUTAR UN PROGRAMA DE MONITOREO, VIGILANCIA Y VERIFICACIÓN PERIÓDICA MEDIANTE LA TOMA DE DATOS QUE PERMITAN CONTROLAR LA ESTABILIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DE LA ESCOMBRERA DURANTE SU CONSTRUCCIÓN, A LO LARGO DE SU CICLO DE VIDA**

### ***Componente 1: Monitoreo y Vigilancia a la Estabilidad Física de la Escombrera***

#### **I. Alcance**

Diseñar un documento técnico que describa cada uno de los procedimientos para la toma de datos relacionados con la actualización y realimentación del análisis de estabilidad de la escombrera (taludes, bermas, obras hidráulicas), así como la periodicidad tanto de la toma de datos como de su análisis integral.

#### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

#### **III. Información requerida**

- a) Control topográfico periódico.
- b) Toma periódica de datos de instrumentación: inclinómetros, piezómetros, extensómetros, acelerómetros, medidores de asentamiento y los que se consideren necesarios para obtener información.
- c) Verificación periódica de las características geomecánicas de estériles que componen la escombrera (ensayos de laboratorio).
- d) Modelación geotécnica que incluya el análisis de estabilidad en condición estática y dinámica (lluvia o sismo) como alerta temprana para evitar eventos no deseados (remoción en masa).
- e) El manual de operación, monitoreo y vigilancia debe contener los formatos de registro de los datos tomados con su correspondiente análisis para discusión interna, presentación ante las autoridades, partes interesadas y comunidad en general.

#### **IV. ¿Cómo desarrollar el monitoreo y vigilancia a la estabilidad física de la escombrera?**

Con base en la información requerida, es necesario hacer un plan que defina los instrumentos a instalar, la cantidad, la periodicidad con la que se tomarán los datos, y frecuencia de análisis de los mismos. Dicho análisis permitirá la toma de decisiones en caso de encontrar datos anómalos, adversos a la operación de la escombrera.

#### ***Componente 2: Monitoreo y Vigilancia a las Características Físicas y Químicas de estériles dispuestos en la Escombrera***

##### **I. Alcance**

Ejecutar la caracterización fisicoquímica de estériles depositados.

##### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

##### **III. Información requerida**

- a) Batimetría para calcular volumen de sólidos sedimentados y espejo de agua.
- b) Características físicas asociadas a la mineralogía, granulometría, compactación, reología y humedad de estériles.
- c) Alimentación del modelo hidrogeológico para prevenir o minimizar una potencial afectación a las aguas subterráneas. Este debe soportarse en las características hidrogeoquímicas de estériles y su potencial de generación de drenaje ácido o alcalino.
- d) Detección de filtraciones.

#### **IV. ¿Cómo desarrollar el monitoreo y vigilancia a las características físicas y químicas de estériles dispuestos en la escombrera?**

Estructurar un plan de monitoreo para estériles y sus respectivas escombreras donde se definan los parámetros a monitorear, la frecuencia de toma de datos, así como la frecuencia del análisis por parte del equipo técnico de manejo y operación de la instalación.

### ***Componente 3: Monitoreo y Vigilancia a las Aguas Superficiales y Subterráneas***

#### **I. Alcance**

Ejecutar periódicamente un balance hídrico y analizar los resultados; el balance deberá contener información relacionada con aguas superficiales (entradas y salidas, cuerpos de agua, precipitaciones, escorrentías, obras de encauzamiento de aguas), y las aguas subterráneas (direcciones de flujo, nivel freático, aguas subsuperficiales) de tal manera que se conozca de manera específica su manejo en condiciones de rutina y ante eventos relacionados con Cambio Climático (Fenómeno del Niño, o de la Niña).

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

#### **III. Información requerida**

- a) Resultados del balance hídrico que debe contener información de entradas y salidas, cuerpos de agua, precipitaciones, escorrentías, obras de encauzamiento de aguas (aguas superficiales) y también debe contener la información relacionada con las direcciones de flujo subterráneas, nivel freático, flujos de aguas subsuperficiales (aguas subterráneas).
- b) Registros y proyecciones relacionados con eventos extremos asociados al Cambio Climático (Fenómeno Niño, Niña).

#### **IV. ¿Cómo desarrollar el monitoreo y vigilancia a las aguas superficiales y subterráneas?**

Estructurar un plan de monitoreo a las aguas superficiales (lluvias y escorrentía) en cuanto a volumen y calidad (parámetros fisicoquímicos), así como a las aguas

subterráneas (flujos subterráneos y subsuperficiales en volumen y calidad), en donde se defina una frecuencia de toma de datos de volumen y parámetros fisicoquímicos y la periodicidad para el análisis por parte del equipo técnico de manejo y operación de la escombrera; esto permitirá garantizar que las aguas subterráneas y superficiales sean manejadas adecuadamente, garantizando la estabilidad de la escombrera.

#### ***Componente 4: Responsabilidad del Monitoreo y Vigilancia***

##### **I. Alcance**

Registrar toda la información recolectada a través de un manual de operación, monitoreo y vigilancia, con los datos obtenidos en los registros de monitoreo, junto con los análisis de estabilidad y, análisis multitemporales.

##### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

##### **III. Información requerida**

Análisis de estabilidad física de la escombrera junto con el registro de los datos tomados en campo a través de pruebas de laboratorio e instrumentación instalada; estos deben ser presentados a las autoridades competentes para su evaluación.

##### **IV. ¿Cómo definir la responsabilidad del monitoreo y vigilancia?**

Se debe definir un equipo interdisciplinario que tenga la capacidad de analizar la información recolectada a través de instrumentación, de ensayos de laboratorio e información recopilada en campo desde el punto de vista social con el fin de tomar decisiones en caso de que se requiera. Un ejemplo puede ser la instalación de más instrumentos de medición, el cambio en la periodicidad de la toma de datos, entre otros, todo de acuerdo con las conclusiones arrojadas por dicho análisis.

## 6.15 LÍNEA ESTRATÉGICA GESTIÓN DEL RIESGO

La **Gestión del Riesgo** se considera transversal, desde la **Concepción** hasta el **Post-Cierre** y es una herramienta clave para la toma de decisiones en las fases de **Construcción Inicial, Operación, Construcción Progresiva** y **Cierre** de la(s) escombrera(s). Se trata de construir una estructura de disposición de estériles aplicando la tecnología más adecuada y con las mejores prácticas, de tal manera que se controlen, se disminuyan, se minimicen o se eliminen, si es posible, los riesgos inherentes a la operación de la escombrera a través de un manejo adecuado, acorde con la evaluación periódica de los riesgos que direcciona las actividades hacia el cumplimiento de los objetivos (área ocupada, capacidad estimada, seguridad, estabilidad, entre otros).<sup>16</sup>

La evaluación periódica de los riesgos debe incluir parámetros relacionados con<sup>17</sup>:

- Sismos.
- Eventos de remoción en masa.
- La misma estructura (físico) y su composición (químico).

La **Gestión de Riesgo** debe documentarse y debe contener los resultados de la evaluación de riesgos (eliminarlos, evitarlos, mitigarlos, controlarlos según sea el caso). Así mismo, debe contener las medidas para reducir o disminuir las consecuencias ante una condición de riesgo existente<sup>18</sup>.

La **Gestión de Riesgo** debe revisarse periódicamente y de ser necesario, actualizarse en caso de que existan cambios en cualquiera de las fases del proyecto, asociados a vida útil de la mina, suspensión de actividades, cambio en las características de estériles, cambios en la tecnología utilizada, entre otros.<sup>19</sup>

El alcance de esta etapa con base en los lineamientos propuestos es generar medidas de control y prevención para disminuir la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados, y planes de acción ante emergencias derivadas de la materialización de riesgos identificados relacionados con la disposición de estériles y la(s) escombrera(s) mediante su identificación, análisis, evaluación y mitigación.

---

<sup>16</sup> Tomado y modificado de ATG Ltda., 2020. Propuesta de lineamientos técnicos de política de buenas prácticas para estandarizar los procesos de presas de relaves en minería. Contrato de Consultoría GGC-468-2020. Bogotá D.C. Diciembre 29 de 2020.

<sup>17</sup> *Ibíd.* Pág. 124.

<sup>18</sup> *Ibíd.* Pág. 124.

<sup>19</sup> *Ibíd.* Pág. 124.

## **LINEAMIENTO 1: GENERAR MEDIDAS DE CONTROL Y PREVENCIÓN PARA DISMINUIR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE EVENTOS NO DESEADOS, Y PLANES DE ACCIÓN ANTE EMERGENCIAS DERIVADAS DE LA MATERIALIZACIÓN DE RIESGOS IDENTIFICADOS RELACIONADOS CON LA ESCOMBRERA**

### ***Componente 1: Conocimiento, Identificación, Análisis y Evaluación del Riesgo***

#### **I. Alcance**

Identificar eventos amenazantes sobre la estructura, actividades y obras que soporten la construcción, operación y mantenimiento de la escombrera; definir áreas de afectación, y realizar un análisis del riesgo.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

#### **III. Información requerida**

- a) Tipo de eventos amenazantes: naturales, antrópicos, y operacionales como sismos, precipitaciones críticas, o existencia de drenaje ácido - alcalino, así como posibles amenazas asociadas a condiciones climáticas.
- b) Identificación de posibles causas y consecuencias, detonantes, deslizamientos y fallas en la estructura de la escombrera y/o, suelos o macizos rocosos.
- c) Probabilidad de ocurrencia para cada evento amenazante identificado.
- d) Cartografía a escala 1:2000 o mayor que incluya las áreas de posibles eventos identificados e integrarlos con la zonificación de los eventos amenazantes y la identificación de elementos vulnerables.
- e) Identificación de elementos vulnerables como centros poblados, infraestructura social, bienes de interés cultural, acuíferos, áreas ambientalmente sensibles, bocatomas, etc.

#### **IV. ¿Cómo desarrollar la identificación, análisis y evaluación del riesgo?**

Diseñar y ejecutar el Plan de Gestión del Riesgo de acuerdo con el marco legal vigente (Decreto 2157 de 2017, mediante el cual se diseñan los planes de gestión del riesgo de desastres en entidades públicas y privadas)

#### ***Componente 2: Plan de Reducción del Riesgo***

##### **I. Alcance**

Elaborar el Programa de Gestión del Riesgo con políticas y estrategias para prevenir y reducir los riesgos y minimizar los efectos negativos.

##### **II. Etapa del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

##### **III. Información requerida**

- a) Medidas de prevención y mitigación para disminuir la probabilidad de ocurrencia de eventos amenazantes con el fin de minimizar los daños y pérdidas que pueden materializarse.
- b) Técnicas para garantizar la prevención o disminución del deterioro del agua y contaminación del suelo.

#### **IV. ¿Cómo desarrollar el plan de reducción del riesgo?**

Diseñar y ejecutar el Plan de Gestión del Riesgo de acuerdo con el marco legal vigente (Decreto 2157 de 2017, mediante el cual se diseñan los planes de gestión del riesgo de desastres en entidades públicas y privadas)

#### ***Componente 3: Plan de Manejo de Contingencias***

##### **I. Alcance**

Priorizar los elementos a proteger y definir un programa de entrenamiento para el personal responsable de la aplicación del Plan de Manejo de Contingencias,

así como su respectiva socialización sobre equipos de apoyo para atender las contingencias.

## II. Etapa del ciclo minero

Exploración	Construcción y Montaje	Explotación	Cierre y post cierre
	X	X	X

## III. Información requerida

- Cartografía a escala 1:2000 o mayor que ubique las áreas de riesgo y localización de equipos necesarios para atender contingencias.
- Articulación del plan de manejo de la contingencia con sus equivalentes locales, departamentales y regionales.
- Ejecución del plan de capacitación y divulgación sobre el plan de manejo de contingencias.
- Ejecución de simulacro (mínimo uno al año) involucrando a las partes interesadas (comunidad).

## IV. ¿Cómo desarrollar el plan de manejo de contingencias?

Diseñar y ejecutar el Plan de Gestión del Riesgo de acuerdo con el marco legal vigente (Decreto 2157 de 2017, mediante el cual se diseñan los planes de gestión del riesgo de desastres en entidades públicas y privadas)

## 6.16 LÍNEA ESTRATÉGICA GESTIÓN DEL CAMBIO

Con base en un análisis comparativo de la etapa de **Diseño** y su ejecución real, este puede presentar cambios a lo largo del ciclo de vida de la escombrera, que deben sustentarse técnicamente y ser aprobados por las autoridades minera y ambiental, respectivamente.

Así mismo, la etapa de desarrollo en que se encuentre una escombrera en particular, en relación con su vida útil (**Concepción, Planificación, Diseño, Construcción, Operación, Cierre y Post-Cierre**), puede o no coincidir con las etapas del ciclo de vida del proyecto minero (exploración, construcción y montaje, explotación y cierre; post-cierre). Ejemplo de esta situación es el caso de la necesidad de construcción de nuevas escombreras o el cierre intempestivo, parcial o definitivo de alguna(s), antes del término de la etapa de explotación de un proyecto minero; es por esto que se debe implementar una etapa relacionada con la **Gestión del Cambio**.

La **Gestión del Cambio** hace referencia a la capacidad de los responsables del manejo de la(s) escombrera(s), a responder adecuadamente ante los cambios y modificaciones generadas respecto a la **Planificación y Diseño** inicial realizado para el manejo de esta instalación a lo largo de su ciclo de vida.

El alcance de esta etapa con base en los lineamientos propuestos es contemplar y prever cambios y modificaciones que se pueden presentar respecto al manejo de la escombrera y/o la oportunidad de aprovechamiento del estéril a lo largo del ciclo de vida del proyecto minero.

## **LINEAMIENTO 1: CONTEMPLAR Y PREVER CAMBIOS Y MODIFICACIONES QUE SE PUEDEN PRESENTAR RESPECTO AL MANEJO DE LA ESCOMBRERA Y/O LA OPORTUNIDAD DE APROVECHAMIENTO DEL ESTÉRIL A LO LARGO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO MINERO**

### ***Componente 1: Factores, Aspectos y Actividades que pueden Generar Cambios y Modificaciones Relevantes***

#### **I. Alcance**

Adaptarse de manera adecuada a los cambios, modificaciones y afectaciones que se puedan presentar a lo largo del ciclo de vida de la escombrera o la gestión y manejo de estériles.

#### **II. Etapas del ciclo minero**

<b>Exploración</b>	<b>Construcción y Montaje</b>	<b>Explotación</b>	<b>Cierre y post cierre</b>
	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

#### **III. Información requerida**

- a) Desde la concepción, planificación y diseño hasta las etapas de cierre y post cierre se deben contemplar los posibles cambios y modificaciones en actividades, aspectos y parámetros establecidos inicialmente que modifiquen las condiciones previstas en la gestión y manejo de estériles, escombreras y obras conexas.
- b) La gestión del cambio debe incluir un plan de sucesión para los roles esenciales relacionados con el manejo de estériles, lo que incluye responsable(s) de la gestión y el registro(s) y auditores independientes.
- c) Se deben revisar los cambios que podrían afectar el perfil de riesgo de una escombrera y evaluar los impactos potenciales.
- d) Documentar los cambios propuestos o realizados y evaluar sus riesgos en las fases actual y futura del ciclo de vida de la(s) escombrera(s).

#### **IV. ¿Cómo se prevén los cambios generados en diseño, construcción, operación, mantenimiento, monitoreo y cierre de la escombrera?**

Cualquier cambio ejecutado sobre las actividades ya descritas debe quedar debidamente documentado y justificado técnicamente con el fin de tener el argumento adecuado que garantiza la estabilidad de la(s) escombrera(s) y es soporte de la toma de decisiones para ejecutar los cambios descritos.

## 7. CONCLUSIONES

La industria minera debe incluir la gestión y el manejo de estériles dentro del planeamiento minero, no solo pensando en su disposición en escombreras sino siempre enfocarse en la búsqueda de alternativas que permitan su aprovechamiento (comercialización) o su uso (donación, reutilización) en procesos propios de la operación minera, así como en gestión externa que pueda generar valor a nivel local o regional. Lo anterior, de acuerdo con el ordenamiento territorial y la hoja de ruta (Planes de Ordenamiento y Desarrollo) del entorno minero.

La gestión y manejo de estériles puede brindar ideas novedosas que permitan aumentar la dinámica social y económica del área de influencia de cada proyecto minero. Los estériles deberían ser vistos como un producto y una oportunidad para el mejoramiento de la infraestructura de la región y pueden convertirse en una base sólida y tangible de la llamada “licencia social” para los proyectos mineros.

Tradicionalmente los estériles han sido manejados como un residuo que es necesario disponer, lo que implica un control periódico y casi que perpetuo para garantizar la estabilidad física de las estructuras construidas (escombreras), evitando así la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, por lo que se debe disponer de reserva económica que permita llevar a cabo dicho monitoreo. Si se gestionan los estériles a partir de su aprovechamiento y/o uso, los costos asociados al monitoreo y seguimiento pueden disminuir notablemente y dependiendo de la proporción de material gestionado, dichos costos pueden desaparecer.

El análisis de los estériles en cuanto al contenido y proporción de minerales no solo sirve como insumo para su manejo y disposición sino para definir si existe algún elemento de interés que pueda ser comercializado; lo anterior se refiere a los minerales asociados que en principio se desconocía su existencia, presencia en el modelo del yacimiento mineral y proporción en volumen.

Los estériles son parte fundamental en el diseño del plan de cierre. En caso de no ser posible su uso y/o aprovechamiento, es importante su manejo para construir un cierre en línea con el entorno y con el uso del suelo, de acuerdo con el ordenamiento territorial, de tal manera que permitan la generación de paisajes enlazados adecuadamente con el entorno, así como la continuación de la dinámica económica y social en el área de influencia, una vez el proyecto minero llegue a su fin.

En el desarrollo del presente proyecto a través de la interacción con las empresas mineras, actores del sector, revisión normativa y bibliográfica se ha logrado identificar la necesidad de desarrollar un marco normativo más fuerte que permita suplir vacíos legales que limitan o dificultan el desarrollo de alternativas encaminadas a la gestión del estéril minero a través de su aprovechamiento.

Actualmente el marco normativo existente en Colombia no se encuentra enfocado exclusivamente a la gestión y manejo del estéril minero; sin embargo, la legislación que aborda la temática ha sido elaborada desde el sector minero y ambiental, presentando de manera general el tema sin ahondar particularmente en este. En el desarrollo del presente proyecto a través de la interacción con las empresas mineras, actores del sector, revisión normativa y bibliográfica se ha logrado identificar la necesidad de desarrollar un marco normativo que permita suplir vacíos legales que limitan o dificultan el desarrollo de alternativas encaminadas a la gestión del estéril a través de su aprovechamiento efectivo.

Cabe resaltar que la comunidad en general tanto nacional como internacional ha puesto todo su interés en general alternativas normativas y soluciones legales que permitan dar salida a la problemática que se viene presentando desde hace tiempo respecto a cambio climático y la generación de altas cantidades de CO<sub>2</sub> y emisiones de gases, así como también de materiales y residuos contaminantes, es por ello que el sector minero tampoco se ha quedado atrás y quiere aportar su grano de arena con el presente proyecto, creando lineamientos para el manejo y la gestión de estériles en minería y determinando que impedimentos y restricciones desde el punto de vista jurídico se pueden presentar y sobre los cuales desde el Ministerio de Minas y la autoridad minera entiéndase Agencia Nacional de Minería trabajaran en conjunto para dar salidas a las mismas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Arce, G. (2017). Plan de acción indicativo de eficiencia energética 2017-2022. Una Realidad y Oportunidad para Colombia. Ministerio de Minas y Energía. Unidad de Planeación Minero Energética UPME

Agencia Nacional de Minería (ANM). (2016). Consulta comercialización de minerales. Disponible en: [https://www.anm.gov.co/sites/default/files/NormativaConceptosJuridicos/concepto\\_20161200369011.pdf](https://www.anm.gov.co/sites/default/files/NormativaConceptosJuridicos/concepto_20161200369011.pdf)

Agencia Nacional de Minería (ANM). (2017). Utilización de subproductos de explotaciones mineras. Encontrado en: [https://www.anm.gov.co/sites/default/files/NormativaConceptosJuridicos/concepto\\_20171200124741.pdf](https://www.anm.gov.co/sites/default/files/NormativaConceptosJuridicos/concepto_20171200124741.pdf)

Agencia Nacional de Minería (ANM). (2018) Concepto material de préstamo lateral. Disponible en: [https://www.anm.gov.co/sites/default/files/NormativaConceptosJuridicos/concepto\\_20181200264681\\_0.pdf](https://www.anm.gov.co/sites/default/files/NormativaConceptosJuridicos/concepto_20181200264681_0.pdf)

Departamento Nacional de Planeación. (2019) Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad” Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PND-Pacto-por-Colombia-pacto-por-la-equidad-2018-2022.pdf>

Decreto Supremo N° 132. (2004) Reglamento de Seguridad Minera. Chile. Disponible en <https://www.achs.cl/portal/leyes/Documents/Ds132-04.pdf>

Decreto 276 de 2015 del Ministerio de Minas y Energía. Se adoptan las medidas relacionadas al Registro Único de Comercializadores de Minerales Disponible en: <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2015/Decretos2015/DECRETO%20276%20DEL%2017%20DE%20FEBRERO%20DE%202015.pdf>

Decreto 1073 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía. Disponible en <https://www.minenergia.gov.co/decreto-unico-reglamentario>

Decreto 1076 DE 2015. Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Donaire, M., López, C., Anduvire, O., García, P., & Vaquero, I. (2010). Guía para el Diseño y Construcción de Escombreras. España

Estrada, J. (2012). Diseño de procesos para recuperar oro y plata desde el depósito de relaves de Minera Meridian, PUCV. Chile.

Instituto Tecnológico Geominero de España (IGME). (1982). Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería. Disponible en [http://info.igme.es/SidPDF%5C065000%5C106%5C65106\\_0001.pdf](http://info.igme.es/SidPDF%5C065000%5C106%5C65106_0001.pdf)

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](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0685_2001.html)

Ley 1715 de 2014. Congreso de la República Colombia. Disponible en: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1715\\_2014.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html)

Ministerio de Industria, Dirección General de Minas Instituto Geológico y Minero de España. (1972) Inventario Nacional de Balsas y Escombreras mineras. Madrid. Disponible en: [http://info.igme.es/SidPDF/019000/218/Zona%201%20Vizcaya/19218\\_0002.pdf](http://info.igme.es/SidPDF/019000/218/Zona%201%20Vizcaya/19218_0002.pdf)

Resolución 143 de 2017. Agencia Nacional de Minería. Disponible en: [https://www.anm.gov.co/sites/default/files/resolucion\\_143\\_de\\_2017\\_memoria\\_justificativa\\_terminos\\_de\\_referencia\\_actualizado.pdf](https://www.anm.gov.co/sites/default/files/resolucion_143_de_2017_memoria_justificativa_terminos_de_referencia_actualizado.pdf)

Resolución 299 de 2018. Agencia Nacional de Minería. Disponible en: [https://www.anm.gov.co/sites/default/files/resolucion\\_299\\_de\\_junio\\_13\\_de\\_2018.pdf](https://www.anm.gov.co/sites/default/files/resolucion_299_de_junio_13_de_2018.pdf)

Resolución 447 del año 2020. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: [https://www.cornare.gov.co/Tramites-Ambientales/TR/r\\_mads\\_447\\_20.pdf](https://www.cornare.gov.co/Tramites-Ambientales/TR/r_mads_447_20.pdf)

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](https://www.anm.gov.co/sites/default/files/res_18_0861_de_2002.pdf)

Resolución 1561 de 2019. Que corresponde a los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: <https://medioambiente.uexternado.edu.co/wp-content/uploads/sites/19/2020/03/RESOLUCI%C3%93N-1561-DE-2019.pdf>

Resolución 2206 del año 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: [https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/normativas/resolucion\\_2206\\_de\\_2016\\_mads\\_tors\\_eia.pdf](https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/normativas/resolucion_2206_de_2016_mads_tors_eia.pdf)

Resolución 2206 de 2016 – ANLA. Que corresponde a los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: [https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/terminos\\_referencia/resolucion\\_2206\\_tr\\_mineria\\_2016.pdf](https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/terminos_referencia/resolucion_2206_tr_mineria_2016.pdf)

Segura-Salazar, J., & Tavares, L. M. (2018). Sustainability in the minerals industry: Seeking a consensus on its meaning. *Sustainability*, 10(5), 1429.m Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su10051429>

Servicio Nacional de Minería y Geología – SERNAGEOMIN. (2018). Guía metodológica para evaluación de la estabilidad física de instalaciones mineras remanentes. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Disponible en: <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/12/GUIABOTADEROS.pdf>