



***República de Colombia***

## **TÉRMINOS DE REFERENCIA**

**LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN (L T E) Y PROGRAMA  
DE TRABAJOS Y OBRAS (P T O) PARA MATERIALES Y  
MINERALES DISTINTOS DEL ESPACIO Y FONDO MARINO**

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA**



**República de Colombia**

**ÁLVARO URIBE VÉLEZ**

*Presidente de la República*

**LUIS ERNESTO MEJÍA CASTRO**

*Ministro de Minas y Energía*

**JUAN MANUEL GERS OSPINA**

*Viceministro de Minas y Energía*

**LUIS ÁLVARO PARDO BECERRA**

*Director de Minas*

**ENTIDADES PARTICIPANTES**

**EFRAIN RODRIGUEZ URBINA**

*Minercol*

**GERMÁN GUERRERO GUZMÁN**

*Ingeominas*

**JUAN CARLOS ALCALÁ RAMÍREZ**

*Dirección de Minas*

**NELSON MISAEL AGUIRRE AGUIRRE**

*Minercol*

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2. AMBITO DE APLICACIÓN Y USOS DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA</b>	<b>6</b>
<b>3. ASPECTOS GENERALES</b>	<b>8</b>
<b>4. ESTRUCTURA DE LOS TERMINOS DE REFERENCIA PARA LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN</b>	<b>20</b>
<b>5. FASE I: EXPLORACIÓN GEOLOGICA DE SUPERFICIE.</b>	<b>21</b>
<i><u>5.1. Revisión bibliográfica</u></i>	21
<i><u>5.2. Contactos con la comunidad y enfoque social</u></i>	21
<i><u>5.3. Base topográfica del área</u></i>	21
<i><u>5.4. Cartografía geológica</u></i>	22
<i><u>5.5. Excavación de trincheras y apiques</u></i>	22
<i><u>5.6. Geoquímica</u></i>	22
<i><u>5.7. Geofísica</u></i>	23
<i><u>5.8 Estudio de dinámica fluvial del cauce</u></i>	23
<i><u>5.9 Características hidrológicas y sedimentológicas del cauce</u></i>	23
<b>6. FASE II: EXPLORACIÓN GEOLOGICA DEL SUBSUELO.</b>	<b>24</b>
<i><u>6.1. Pozos y galerías exploratorias</u></i>	24
<i><u>6.2. Perforaciones profundas</u></i>	24

<b><u>6. 3. Muestreo y análisis de calidad</u></b>	<b>25</b>
<b><u>6.4. Estudios geotécnicos, hidrológicos e hidrogeológicos</u></b>	<b>25</b>
<u>6.4.1. Estudio geotécnico</u>	25
<u>6.4.2. Estudio hidrológico</u>	26
<u>6.4.3. Estudio hidrogeológico</u>	26
<b>7. FASE III. EVALUACIÓN Y MODELO GEOLÓGICO.</b>	<b>26</b>
<b>8. FASE IV. PROGRAMA DE TRABAJOS Y OBRAS.</b>	<b>28</b>
<u>8.1. Estudio de mercados</u>	<b>29</b>
<u>8.2. Diseño y planeamiento minero</u>	<b>29</b>
<u>8.2.1. Selección de áreas y análisis de alternativas de explotación</u>	29
<u>8.2.2. Diseño y planeamiento de la explotación</u>	30
<u>8.2.2.1. Explotación a cielo abierto</u>	30
<u>8.2.2.2. Explotación subterránea</u>	31
<u>8.3. Beneficio y transformación de minerales</u>	<b>33</b>
<u>8.3.1. Ámbito de aplicación</u>	33
<u>8.3.2. Objetivos</u>	33
<u>8.3.3. Operaciones de beneficio, metalurgia y transformación de minerales.</u>	34
<u>8.3.3.1. Grado de liberación del mineral</u>	34
<u>8.3.3.2. Estudio de las asociaciones del mineral</u>	35
<u>8.3.3.3. Descripción de operaciones unitarias y procesos</u>	35
<u>8.3.3.4. Extracción y recuperación de los minerales</u>	35
<u>8.3.3.5. Fundición y separación metálica</u>	35
<u>8.4. Construcción y montaje</u>	<b>36</b>
<u>8.4.1. Instalaciones de soporte minero</u>	36
<u>8.4.2. Infraestructura de transporte y embarque e instalaciones asociadas</u>	36
<u>8. 5. Evaluación financiera del proyecto</u>	<b>37</b>
<u>8.6. Estudio de impacto ambiental</u>	<b>38</b>
<u>8.7. Programa de trabajos y obras de explotación e informes</u>	<b>38</b>
<b>9. PLAN DE CIERRE Y ABANDONO</b>	<b>39</b>
<b>10. PLAZOS</b>	<b>40</b>

## **TÉRMINOS DE REFERENCIA**

### **LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN (L T E)**

### **PROGRAMA DE TRABAJOS Y OBRAS (P T O)**

#### **1. INTRODUCCIÓN**

El Artículo 78 de la Ley 685 de 2001, estableció que los estudios, trabajos y obras a que está obligado el concesionario durante el período de exploración por métodos de subsuelo, son los necesarios para establecer y determinar la existencia y ubicación del mineral o minerales contratados, la geometría del depósito o depósitos dentro del área de la concesión, en cantidad y calidad económicamente explotables, la viabilidad técnica de extraerlos y el impacto que sobre el medio ambiente y el entorno social puedan causar estos trabajos y obras. De esta manera, los estudios trabajos y obras de exploración, están dirigidos a establecer y calcular técnicamente las reservas de los materiales o minerales, la ubicación y características de los depósitos o yacimientos (Exploración Geológica); la elaboración detallada del plan minero por ejecutarse, los medios y métodos de explotación, y la escala y duración factibles de la producción esperada (Estudios de Factibilidad del Proyecto).

Los Términos de Referencia tienen como objetivo definir en el ámbito general los requerimientos, elementos y condiciones de los estudios, trabajos y obras de la industria minera en sus fases de exploración técnica, construcción y montaje, explotación, beneficio, transformación y transporte de los recursos minerales que se encuentren en el suelo o el subsuelo de propiedad estatal, y asegurar que su aprovechamiento comercial e industrial se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país.

El objeto de la exploración y explotación minera es adelantar estudios geológico - mineros y desarrollar proyectos mineros económicamente viables y ambientalmente sostenibles, que contribuyan al desarrollo del país.

Estos términos también tienen como objeto facilitar y agilizar las actuaciones de las autoridades y de los particulares, permitiendo disponer de procedimientos y reglas técnicas claras para que los concesionarios y contratistas mineros realicen sus

estudios geológicos y de factibilidad minera, de tal manera que permita su autorregulación y autogestión. La no - sujeción a ellos, en cuestiones simplemente formales, no dará lugar al rechazo o dilación de la decisión de la autoridad minera.

No obstante que en la parte ambiental el Código de Minas, Ley 685 de 2001, considera que para llevar a cabo Los Trabajos de Exploración no se exigen estudios de impacto ambiental, el interesado o concesionario en un área para contrato de concesión deberá, por un lado, hacer la manifestación expresa de su compromiso de realizar Los Trabajos de Exploración técnica con estricta sujeción a las Guías Ambientales, 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, y por otro, en caso 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.

## **2. AMBITO DE APLICACIÓN Y USOS DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA**

Estos Términos de Referencia, tienen un carácter genérico y en consecuencia deberán ser adaptados, por cada interesado o concesionario, a la magnitud y otras particularidades del proyecto, así como a la génesis y al tipo de roca al cual están asociados las sustancias minerales objeto de la solicitud. Es así como, a manera de ejemplo, para la evaluación de las rocas y sustancias minerales estratiformes y de origen sedimentarios, se tendrán en cuenta sólo aquellas actividades, términos y condiciones propios de esas sustancias minerales. De igual manera se procederá para los minerales vetiformes, minerales de origen polimetálicos, metales, minerales y piedras preciosas, minerales industriales, materiales de arrastre, etc.

Los Términos de Referencia para Los Trabajos de Exploración y Programa de Trabajos y Obras, aquí expuestos, se aplicarán para todas las sustancias minerales, combustibles sólidos, rocas y materiales en general, incluyendo las actividades de exploración y explotación en los espacios marinos jurisdiccionales conocidos como playas y zonas de bajamar (costa adentro a partir de la línea costera), con excepción de los materiales y minerales para la exploración y explotación en el lecho y el subsuelo correspondiente a los espacios marinos, los cuales contarán con sus propios términos.

Dado el carácter genérico de los términos de referencia y con el fin de evitar la discrecionalidad y subjetividad que puedan tener, por un lado, la autoridad minera o los auditores mineros externos autorizados, en el seguimiento y control de Los trabajos de Exploración y Programa de Trabajos y Obras, y por otro, el concesionario o contratista minero durante la planeación y elaboración del programa y ejecución de las diferentes actividades del ciclo minero, el Código de Minas estableció las Guías Minero – Ambientales, las cuales se consideran como un instrumento obligatorio de consulta y orientación de carácter conceptual, metodológico y procedimental para la planeación, ejecución y seguimiento de Los Trabajos de Exploración y Programa de Trabajos y Obras.

Cuando un área en particular cuenta con estudios geológicos de detalle o de prefactibilidad minera, la autoridad minera o su delegada, podrá elaborar términos de referencias específicos, para esa área en particular y para las sustancias minerales objeto de los estudios, pero siempre conservando la estructura y filosofía original de estos términos de referencia genéricos.

El proponente, en el momento de presentar su propuesta para contratar un área específica, y con base en los Términos de Referencias y Guías Minero - Ambientales, adoptadas por las autoridades minera y ambiental, señalará, describirá y definirá el alcance por actividad, de los diferentes trabajos y obras a efectuar durante Los Trabajos de Exploración. Con esta información, hará los estimativos de la inversión económica por año.

Las normas, procedimientos y estándares para la elaboración y presentación de planos, mapas, perfiles, símbolos, escalas, etc, se definen en documento anexo a las Guías Minero – Ambientales. El Punto Arcifinio, en lo que respecta a las alinderaciones, deberá estar georreferenciado y tomado de planchas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi directos o por métodos astronómicos o geodésicos. Dichos puntos deben ser definibles y ubicables claramente en el terreno.

No obstante el carácter obligatorio que tienen los Términos de Referencia y las Guías Minero – Ambientales en la ejecución y desarrollo de Los Trabajos de Exploración y Programa de Trabajos y Obras, ellas promueven la autogestión y autorregulación del sector privado.

El alcance del Programa de Trabajos y Obras, está determinado por el grado de la certeza geológica y el grado de la seguridad técnica y económica de la información obtenida durante los trabajos de exploración, de tal forma que, en el avance progresivo de la evaluación de un yacimiento, el incremento del grado de seguridad técnica y económica se sustenta sobre cantidades de sustancia mineral con grado de certeza geológica siempre mayor.

Sólo las reservas medidas (con más del 60%) más las indicadas (con menos del 40%) de un yacimiento, son la base para el cálculo de las reservas explotables y para la definición de la viabilidad técnica y económica de un proyecto minero. Las reservas explotables son aquellas reservas disponibles básicas que un estudio de factibilidad define como extraíbles económicamente.

Con el objeto de definir, unificar y normalizar criterios y procedimientos para llevar a cabo las diferentes actividades de los estudios y trabajos de exploración, consignadas en los Términos de Referencia, los titulares mineros deberán tener en cuenta las Guías Minero - Ambientales, preparadas por las autoridades Minera y Ambiental.

### 3. ASPECTOS GENERALES

A continuación se relacionan algunos conceptos generales consignados en la legislación minera vigente y que deben tener en cuenta los proponentes y titulares mineros durante la ejecución de los estudios y trabajos de exploración, construcción y montaje y durante las obras y trabajos de explotación de un proyecto minero.

**Prospección de Minas.** La prospección de minas es un proceso para investigar la existencia de minerales delimitando zonas prometedoras y sus métodos consisten, entre otros, en la identificación de afloramientos, la cartografía geológica, los estudios geofísicos y geoquímicos y la investigación superficial, en áreas no sujetas a derecho exclusivo. De la prospección se excluyen los métodos del subsuelo.

En los trabajos y estudios de prospección de minas no habrá lugar a ejercitar las servidumbres mineras. Tan sólo habrá lugar a la entrada y tránsito temporal y ocasional de personas, en número limitado y provistas de instrumentos y equipos.

**Yacimiento descubierto.** Se entiende que un yacimiento ha sido técnicamente descubierto cuando, con la aplicación de los principios, reglas y métodos propios de la geología y la ingeniería de minas, se ha establecido la existencia de una formación o depósito que contiene reservas probadas de uno o varios minerales, de interés económico.

**Materiales de construcción.** Para todos los efectos legales se consideran materiales de construcción, los productos pétreos explotados en minas y canteras usados, generalmente, en la industria de la construcción como agregados en la fabricación de piezas de concreto, morteros, pavimentos, obras de tierra y otros productos similares. También para los mismos efectos, son materiales de construcción, los materiales de arrastre tales como arenas, gravas y las piedras yacentes en el cauce y orillas de las corrientes de agua, vegas de inundación y otros terrenos aluviales.

Los materiales antes mencionados, se denominan materiales de construcción aunque, una vez explotados, no se destinen a esta industria.

El otorgamiento, vigencia y ejercicio del derecho a explorar y explotar los materiales de construcción, se regulan íntegramente por el Código de Minas y son de la competencia exclusiva de la autoridad minera.

**El contrato de concesión.** 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.

El contrato de concesión minera es el que se celebra entre el Estado y un particular para efectuar, por cuenta y riesgo de este, los estudios, trabajos y obras de exploración de minerales de propiedad estatal que puedan encontrarse dentro de una



zona determinada y para explotarlos en los términos y condiciones establecidos en el Código de Minas.

El contrato de concesión y los demás títulos mineros emanados del Estado, no transfieren al beneficiario un derecho de propiedad de los minerales "in situ" sino el de establecer, en forma exclusiva y temporal dentro del área otorgada, la existencia de minerales en cantidad y calidad aprovechables, a apropiárselos mediante su extracción o captación y a gravar los predios de terceros con las servidumbres necesarias para el ejercicio eficiente de dichas actividades.

El contrato de concesión otorga al concesionario, en forma excluyente, la facultad de efectuar dentro de la zona concedida, los estudios, trabajos y obras necesarias para establecer la existencia de los minerales objeto del contrato y para explotarlos de acuerdo con los principios, reglas y criterios propios de las técnicas aceptadas por la geología y la ingeniería de minas. Comprende igualmente la facultad de instalar y construir dentro de dicha zona y fuera de ella, los equipos, servicios y obras que requiera el ejercicio eficiente de las servidumbres mineras.

El contrato de concesión comprende dentro de su objeto las fases de exploración técnica, explotación económica, beneficio de los minerales por cuenta y riesgo del concesionario y el cierre o abandono de los trabajos y obras correspondientes.

El concesionario podrá libremente realizar todos los estudios, obras y trabajos a que está obligado, mediante cualquier clase de subcontratos de obra o de ejecución de estudios e investigaciones que no impliquen para los subcontratistas subrogarse en los derechos y obligaciones emanados del título, ni les confieran derecho a participar en los minerales por explotar.

El concesionario será considerado como contratista independiente para efectos de todos los contratos civiles, comerciales y laborales que celebre por causa de sus estudios, trabajos y obras de exploración y explotación.

El concesionario está obligado en el ejercicio de su derecho, a dar cabal cumplimiento a las obligaciones de carácter legal, técnico, operativo y ambiental, que expresamente le señala el Código de Minas y demás normas generales y específicas aplicables a estos asuntos expedidas por la autoridad minera y otras autoridades.

En la ejecución de los estudios, trabajos y obras de exploración, montaje, construcción, explotación, beneficio y transformación, el concesionario tendrá completa autonomía técnica, industrial, económica y comercial. Por tanto podrá escoger la índole, forma y orden de aplicación de los sistemas y procesos y determinar libremente la localización, movimientos y oportunidad del uso y dedicación del personal, equipos, instalaciones y obras.

Los funcionarios de la entidad concedente, o de la autoridad ambiental, adelantarán sus actividades de fiscalización orientadas a la adecuada conservación de los recursos objeto de la actividad minera a cargo del concesionario, y garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene mineras y ambientales.

**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.

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. 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 que por su calidad o cantidad no sería económicamente explotable en forma separada. Entiéndase por minerales asociados aquellos que hacen parte integral del cuerpo mineralizado objeto del contrato de 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 párrafo anterior, el interesado podrá solicitar que su concesión se extienda a dichos minerales. Esta adición no modificará ni extenderá los plazos establecidos en el contrato original y si a ello hubiere lugar se solicitará la correspondiente ampliación o modificación de la Licencia Ambiental que cubra los minerales objeto de la adición si los impactos de la explotación de estos, son diferentes de los impactos de la explotación original.

**Area en corrientes de agua.** El área de la concesión cuyo objeto sea la exploración y explotación de minerales en el cauce de una corriente de agua, estará determinada por un polígono de cualquier forma que dentro de sus linderos abarque dicho cauce continuo en un trayecto máximo de dos (2) kilómetros, medidos por una de sus márgenes.

El área para explorar y explotar minerales en el cauce y las riberas de una corriente de agua, será de hasta cinco mil (5000) hectáreas, delimitadas por un polígono de cualquier forma y dentro de cuyos linderos contenga un trayecto de hasta cinco (5) kilómetros, medidos por una de sus márgenes.

Durante la exploración, el interesado deberá justificar, mediante estudios técnicos la necesidad de retener la totalidad del área solicitada en concesión.

Lo anterior sin perjuicio de que se obtengan las respectivas autorizaciones ambientales para intervenir las zonas escogidas para la extracción de los minerales, dentro del área de la concesión.

**Zonas de minería restringida.** Podrán efectuarse trabajos y obras de exploración y de explotación de minas en las siguientes zonas y lugares, con las restricciones que se expresan a continuación:

- a) Dentro del perímetro urbano de las ciudades o poblados, señalado por los acuerdos municipales adoptados de conformidad con las normas legales sobre régimen municipal, salvo en las áreas en las cuales estén prohibidas las actividades mineras de acuerdo con dichas normas;
- b) En las áreas ocupadas por construcciones rurales, incluyendo sus huertas, jardines y solares anexos, siempre y cuando se cuente con el consentimiento de su dueño o poseedor y no haya peligro para la salud e integridad de sus moradores;
- c) En las zonas definidas como de especial interés arqueológico, histórico o cultural siempre y cuando se cuente con la autorización de la autoridad competente;
- d) En las playas, zonas de bajamar y en los trayectos fluviales servidos por empresas públicas de transporte y cuya utilización continua haya sido establecida por la autoridad competente, si esta autoridad, bajo ciertas condiciones técnicas y operativas, que ella misma señale, permiten previamente que tales actividades se realicen en dichos trayectos;
- e) En las áreas ocupadas por una obra pública o adscritas a un servicio público siempre y cuando:
  - i. Cuente con el permiso previo de la persona a cuyo cargo estén el uso y gestión de la obra o servicio;
  - ii. Que las normas aplicables a la obra o servicio no sean incompatible con la actividad minera por ejecutarse y
  - iii. Que el ejercicio de la minería en tales áreas no afecte la estabilidad de las construcciones e instalaciones en uso de la obra o servicio.
- f) En las zonas constituidas como zonas mineras indígenas, zonas mineras de comunidades negras o zonas mineras mixtas, siempre y cuando las correspondientes autoridades comunitarias, dentro del plazo que les haya señalado la autoridad minera, no hubieren ejercitado su derecho preferencial a obtener el título minero para explorar y explotar, con arreglo a lo dispuesto por el Capítulo XIV del Código de Minas.

**Duración de los trabajos y obras.** Los trabajos y obras tendrán el término que determine el concesionario, cubriendo en todo caso los períodos de exploración, construcción y montaje, explotación y cierre de la mina.

Dentro del período de exploración señalado en el contrato, el concesionario deberá hacer la exploración técnica del área contratada.

Terminado definitivamente el período de exploración, se iniciará el período establecido en el contrato para la construcción e instalación de la infraestructura y del montaje necesarios para las labores de explotación.

Sin embargo el concesionario, sin perjuicio de su obligación de iniciar oportunamente la explotación definitiva, podrá realizar, en forma anticipada, la extracción, beneficio, transporte y comercialización de los minerales en la cantidad y calidad que le permitan la infraestructura y montajes provisionales o incipientes de que disponga. Para el efecto dará aviso previo y escrito a la autoridad concedente, de acuerdo con un Programa de Obras y Trabajos de la explotación provisional y anticipada.

El período máximo de explotación será el tiempo de la concesión descontando los períodos de exploración, construcción y montaje, con sus prórrogas.

**Trabajos de exploración.** Los estudios, trabajos y obras a que está obligado el concesionario durante el período de exploración por métodos de subsuelo, son los necesarios para establecer y determinar la existencia y ubicación del mineral o minerales contratados, la geometría del depósito o depósitos dentro del área de la concesión, en cantidad y calidad económicamente explotables, la viabilidad técnica de extraerlos y el impacto que sobre el medio ambiente y el entorno social puedan causar estos trabajos y obras.

Los estudios, trabajos y obras propios de la exploración se ejecutarán con estricta aplicación de los criterios y reglas de orden técnico, propios de las ciencias y prácticas de la geología y la ingeniería de minas, así como con las normas y guías adoptadas por el Gobierno Nacional.

Los estudios, trabajos y obras de exploración, estarán dirigidos a establecer y calcular técnicamente las reservas del mineral o minerales, la ubicación y características de los depósitos o yacimientos, la elaboración detallada del plan minero por ejecutarse, los medios y métodos de explotación, y la escala y duración factibles de la producción esperada.

**Delimitación y devolución de áreas.** Durante la exploración, el interesado deberá justificar, mediante estudios técnicos la necesidad de retener la totalidad del área solicitada en concesión.

En la identificación y delimitación del área definitiva del contrato, serán de obligatoria aplicación los principios, criterios y reglas técnicas propias de la ingeniería, geología y la topografía, aceptadas y divulgadas oficialmente.

En el Plan de Trabajos y Obras de explotación se deberá presentar la delimitación definitiva de la zona del área contratada que va a quedar vinculada a los trabajos y obras de explotación, más las obras estrictamente necesarias para el beneficio,

transporte interno, servicios de apoyo y obras de carácter ambiental para lo cual se deberán tener en cuenta los valores, ubicación y cálculo de las reservas existentes al igual que la producción esperada. Con oportunidad de esta delimitación, el concesionario estará obligado a devolver, en lotes contiguos o discontinuos, las partes del área que no serán ocupadas por los trabajos y obras mencionados. El área retenida deberá estar constituida por una extensión continua.

En todo caso, no se permitirá al concesionario retener áreas en el contrato de concesión que no sean económicamente explotables.

El concesionario, por razones de seguridad, podrá establecer una franja de terreno circundante de los lugares en los que se desarrollen los trabajos y de las zonas ocupadas por las instalaciones y obras.

El concesionario, para los efectos de la devolución de zonas, podrá pedir que por un plazo prudencial que no puede pasar de dos (2) años, se lo autorice para retener, con base en el contrato, zonas continuas del área contratada con el objeto de proseguir en ellas labores de exploración técnica las cuales deberán estar incluidas en la Licencia Ambiental. Estas zonas, en caso de resolver el concesionario posteriormente ponerlas en explotación, deberá incorporarlas al Programa de Trabajos y Obras y pedir la modificación de la respectiva Licencia Ambiental si a ello hubiere lugar.

**Programa de trabajos y obras.** Como resultado de 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.

- a) Delimitación definitiva del área de explotación.
- b) Mapa topográfico de dicha área.
- c) Detallada información cartográfica del área y, si se tratare de minería marina especificaciones batimétricas.
- d) Ubicación, cálculo y características de las reservas que habrán de ser explotadas en desarrollo del proyecto.
- e) Descripción y localización de las instalaciones y obras de minería, depósito de minerales, beneficio y transporte y, si es del caso, de transformación.
- f) Plan Minero de Explotación, que incluirá la indicación de las guías técnicas que serán utilizadas.

- g) Plan de Obras de Recuperación geomorfológica, paisajística y forestal del sistema alterado.
- h) Escala y duración de la producción esperada.
- i) Características físicas y químicas de los minerales por explotarse.
- j) Descripción y localización de las obras e instalaciones necesarias para el ejercicio de las servidumbres inherentes a las operaciones mineras.
- k) Plan de cierre de la explotación y abandono de los montajes y de la infraestructura.

Simultáneamente con el Programa de Trabajos y Obras deberá presentarse el estudio que demuestre la factibilidad ambiental de dicho programa. Sin la aprobación expresa de este estudio y la expedición de la Licencia Ambiental correspondiente no habrá lugar a la iniciación de los trabajos y obras de explotación minera. Las obras de recuperación geomorfológica, paisajística y forestal del ecosistema alterado serán ejecutados por profesionales afines a cada una de estas labores. Dicha licencia con las restricciones y condicionamientos que imponga al concesionario, formarán parte de sus obligaciones contractuales.

El concesionario podrá ejecutar todos los estudios, trabajos y obras de exploración, por medio de sus dependientes o por medio de subcontratistas. En ambos casos será directamente responsable ante la autoridad concedente, de los actos u omisiones de unos y otros hasta por la culpa leve.

El concesionario suministrará al Sistema Nacional de Información Minera la información técnica y económica resultante de sus estudios y trabajos mineros.

**Construcción y montaje mineros.** Las construcciones, instalaciones y montajes mineros deberán tener las características, dimensiones y calidades señaladas en el Programa de Trabajos y Obras aprobado.

El montaje minero consiste en la preparación de los frentes mineros y en la instalación de las obras, servicios, equipos y maquinaria fija, necesarios para iniciar y adelantar la extracción o captación de los minerales, su acopio, su transporte interno y su beneficio.

Las obras de construcción son las obras civiles de infraestructura indispensables para el funcionamiento normal de las labores de apoyo y administración de la empresa minera y las que se requieran para ejercitar las servidumbres de cualquier clase a que tiene derecho el minero.

Las construcciones e instalaciones, distintas a las requeridas para la operación de extracción o captación de los minerales, podrán estar ubicadas fuera del área del contrato.

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. En este caso, el período para estas operaciones, podrá tener una duración adicional de dos (2) años.

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.

**Explotación anticipada.** Si el concesionario optare por iniciar una explotación anticipada utilizando obras, instalaciones y equipos provisionales, o las partes disponibles de las obras e instalaciones definitivas, deberá presentar un Programa de Trabajos y Obras anticipado, una descripción abreviada de los montajes que vaya a utilizar y dar aviso de la iniciación de dicha explotación.

**Obras y trabajos de 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.

El período de explotación comercial del contrato se inicia formalmente al vencimiento del período de construcción y montaje, incluyendo sus prórrogas. De esta iniciación se dará aviso escrito a la autoridad concedente y a la autoridad ambiental.

En la construcción de las obras y en la ejecución de los trabajos de explotación, se deberán adoptar y mantener las medidas y disponer del personal y de los medios materiales necesarios para preservar la vida e integridad de las personas vinculadas a la empresa y eventualmente de terceros, de conformidad con las normas vigentes sobre seguridad, higiene y salud ocupacional.

El concesionario dispondrá libremente el destino de los minerales explotados y establecerá las condiciones de su enajenación y comercialización.

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 "in situ" susceptibles de eventual aprovechamiento.

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.

**Operaciones conjuntas.** Cuando las áreas correspondientes a varios títulos pertenecientes a uno o varios beneficiarios para un mismo mineral, fueren contiguas o vecinas, se podrán incluir en un programa único de exploración y explotación para realizar en dichas áreas sus obras y labores, simultánea o alternativamente, con objetivos y metas de producción unificados, integrándolas en un solo contrato. Con este propósito, los interesados deberán presentar a la autoridad minera el mencionado programa conjunto para su aprobación y de la cual serán solidariamente responsables.

En las áreas vecinas o aledañas al nuevo contrato de concesión, donde estuvieren en trámite solicitudes de concesión o mineros informales por legalizar, si hubiese consenso, se podrán integrar estas aéreas al mismo contrato de concesión.

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

Los interesados en el programa de integración de áreas podrán utilizar obras, servicios de apoyo, de montaje minero, de beneficio y de servidumbres comunes para todas las áreas integradas a dicho programa.

El establecimiento de obras e instalaciones comunes se hará dentro de un plazo común que no podrá ser superior a cinco (5) años. Vencido éste se empezará a contar el período de explotación que estará referido a la concesión más antigua de las integradas a dicho programa.

Podrá establecerse para la construcción, montaje y explotación de áreas objeto de títulos mineros y de áreas cuyo subsuelo minero sea de propiedad privada un programa de uso integrado de infraestructura que se formalizará mediante un acuerdo entre los interesados, que deberá ser aprobado por la autoridad minera.

En el beneficio y acopio de los minerales y, si fuere del caso, en su transformación, así como para el ejercicio de las servidumbres, los concesionarios podrán utilizar obras, instalaciones y plantas de uso común para varias explotaciones de un mismo o de varios beneficiarios de títulos mineros, cuyas áreas sean contiguas o vecinas.



**Terminación de la concesión.** A la terminación del contrato, el concesionario dejará en condiciones aptas para el uso normal de los frentes de trabajo utilizables, las obras destinadas al ejercicio de las servidumbres y las de conservación, mitigación y adecuación ambiental.

En todos los casos de terminación del contrato, ocurrida en cualquier tiempo, operará la reversión gratuita de bienes en favor del Estado circunscrita esta medida a los inmuebles e instalaciones fijas y permanentes, construidas y destinadas por el concesionario en forma exclusiva al transporte y al embarque de los minerales provenientes del área comprendida en tal contrato y de aquellas que se encuentren incorporadas a los yacimientos y accesos y que no puedan retirarse sin detrimento del mismo (yacimiento) y de los frentes de trabajo. Esta reversión operará sólo en los casos en que las características y dimensiones de los mencionados bienes, a juicio de la autoridad minera, los hagan aptos como infraestructura destinada a un servicio público de transporte o embarque o darse al uso de la comunidad.

El concesionario, en todos los casos de terminación del contrato, quedará obligado a cumplir o a garantizar las obligaciones de orden ambiental exigibles al tiempo de hacerse efectiva dicha terminación.

**Exploración y explotación mineras en los espacios marinos.** En desarrollo del artículo 102 de la Constitución Nacional, la exploración y explotación de minerales en el lecho y el subsuelo correspondientes a los espacios marinos sobre los cuales ejerce jurisdicción el Estado colombiano, se regulan por las normas generales del Código de Minas y por las especiales del Capítulo XV del mismo.

**Espacios marinos jurisdiccionales.** Las actividades de exploración y explotación de minerales en los espacios marinos jurisdiccionales se registrarán por las disposiciones de la Ley 685 de 2001, mediante contrato de concesión. La solicitud de contratos de concesión para explorar y explotar minerales y materiales en las zonas de playas, bajamar y espacios marítimos jurisdiccionales, requieren concepto favorable de la Dirección General Marítima del Ministerio de Defensa Nacional y deberán ceñirse a los términos de referencia y a las guías minero – ambientales durante la exploración y disponer de la licencia ambiental para la explotación.

**Servidumbres mineras.** Las servidumbres en beneficio de la minería son legales o forzosas. Para el ejercicio eficiente de la industria minera en todas sus fases y etapas, podrán establecerse las servidumbres que sean necesarias sobre los predios ubicados dentro o fuera del área objeto del título minero.

Las servidumbres necesarias para las obras y trabajos de exploración podrán ejercitarse desde el perfeccionamiento del contrato de concesión y las que se requieran para la construcción, montaje, explotación, acopio, beneficio y transformación desde cuando quede aprobado el Programa de Obras y Trabajos y otorgada la Licencia Ambiental, si ésta fuere necesaria.

Habrá servidumbre de uso de terrenos. Se entenderá que esta servidumbre comprende el derecho a construir e instalar todas las obras y servicios propios de la exploraci3n, construcci3n, montaje, extracci3n, acopio y beneficio de los minerales y del ejercicio de las demás servidumbres.

Sin perjuicio de lo que se hubiere acordado con el dueño o poseedor de los inmuebles sirvientes y de los pagos e indemnizaciones en su favor, el interesado está obligado a hacer la readecuaci3n de los terrenos o a ponerlos en condiciones de ser destinados a su uso normal o a otros usos alternativos. Esta obligaci3n se cumplir  o garantizar  en el curso de la liquidaci3n del contrato de concesi3n.

**Bienes expropiables.** Por ser la minería una actividad de utilidad pública e interés social, podrá solicitarse la expropiaci3n de bienes inmuebles por naturaleza o adhesi3n permanente y de los demás derechos constituidos sobre los mismos, que sean indispensables para las edificaciones e instalaciones propias de la infraestructura y montajes del proyecto minero, para la realizaci3n de la extracci3n o captaci3n de los minerales en el período de explotaci3n y para el ejercicio de las servidumbres correspondientes.

En casos excepcionales en los que por la profundidad y duraci3n de los trabajos de exploraci3n por métodos de subsuelo, no puedan realizarse sin afectar el valor comercial o el disfrute de los predios, procederá a pedir su expropiaci3n y se presentará un programa de exploraci3n que sustente tal solicitud.

**Aspectos ambientales.** 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 adopci3n y aplicaci3n de las normas, medidas y decisiones que regulan la interacci3n de los dos campos de actividad, igualmente definidos por la ley como de utilidad pública e interés social.

Todo explorador o explotador de minas está en la obligaci3n de realizar sus actividades de manera que no vayan en desmedro de los valores culturales, sociales y econ3micos de las comunidades y grupos étnicos ocupantes real y tradicionalmente del área objeto de las concesiones o de títulos de propiedad privada del subsuelo.

Para todas las obras y trabajos de minería adelantados por contrato de concesi3n, se incluirán en su estudio, diseño, preparaci3n y ejecuci3n, la gesti3n 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.

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.

La prospección minera no requiere de autorización o permiso alguno de orden ambiental, excepto cuando haya de efectuarse en zonas o lugares señalados como reservas naturales.

Los estudios y trabajos de exploración técnica y los de viabilidad ambiental de la explotación objeto del título minero, se ejecutarán en forma simultánea y coordinada procurando su mayor celeridad y eficacia.

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.

No podrán ejecutarse trabajos y obras de exploración y explotación mineras en zonas declaradas y delimitadas conforme a la normatividad vigente como de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables o del ambiente y que, de acuerdo con las disposiciones legales sobre la materia, expresamente excluyan dichos trabajos y obras.

Con el Programa de Obras y Trabajos Mineros que resultare de la exploración, el interesado presentará, el Estudio de Impacto Ambiental de su proyecto minero. Este estudio contendrá los elementos, informaciones, datos y recomendaciones que se requieran para describir y caracterizar el medio físico, social y económico del lugar o región de las obras y trabajos de explotación; los impactos de dichas obras y trabajos con su correspondiente evaluación; los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de esos impactos; las medidas específicas que se aplicarán para el abandono y cierre de los frentes de trabajo y su plan de manejo; las inversiones necesarias y los sistemas de seguimiento de las mencionadas medidas. El Estudio se ajustará a los términos de referencia y guías ambientales previamente adoptadas por la autoridad ambiental.

Con base en el Estudio de Impacto Ambiental la autoridad competente otorgará o no la Licencia Ambiental para la construcción, el montaje, la explotación y el beneficio, y para las labores adicionales de exploración durante la etapa de explotación.

Para las obras y trabajos de la explotación temprana, el interesado deberá obtener Licencia Ambiental, que posteriormente podrá ser modificada para amparar los trabajos definitivos de explotación con el lleno de los requisitos legales.

En todos los casos de terminación del título, el beneficiario estará obligado a hacer las obras y poner en práctica todas las medidas ambientales necesarias para el cierre o abandono de las operaciones y frentes de trabajo.

**Utilización de recurso humano y de bienes nacionales.** Los titulares de contratos de concesión, preferirán a personas naturales nacionales, en la ejecución de estudios, obras y trabajos mineros y ambientales siempre que dichas personas tengan la calificación laboral requerida. Esta obligación cobijará igualmente al personal vinculado por contratistas independientes.

En la ejecución de proyectos mineros, los concesionarios preferirán en sus adquisiciones de bienes y servicios a la industria nacional siempre que los mismos ofrezcan similares condiciones tanto en la calidad como en la oportunidad y seguridad de las entregas.

**Obras e instalaciones mineras y comunitarias.** Las construcciones e instalaciones distintas a las requeridas para la operación de extracción o captación de los minerales, podrán estar ubicadas fuera del área del contrato. Igualmente podrán ubicarse fuera del área del contrato las obras destinadas preferencialmente a la salud, la educación y el saneamiento básico, que el concesionario realice en el municipio o municipios donde se localice el proyecto minero durante el período de construcción y montaje.

**Aprobación del Programa de Trabajos y Obras.** Presentado el Programa de Trabajos y Obras antes de finalizar la etapa de exploración, la autoridad concedente lo aprobará o le formulará objeciones. Estas objeciones no podrán ser de simple forma y solamente procederán si se hubieren omitido obras, instalaciones o trabajos señalados como indispensables para una eficiente explotación. Si los estudios fueren objetados se señalará al interesado, concretamente la forma y alcance de las correcciones y adiciones. En el acto de aprobación del Plan de Obras y Trabajos la autoridad minera autorizará la iniciación de los trabajos de explotación, siempre que se haya acreditado la obtención de la respectiva Licencia Ambiental.

Si la autoridad concedente encontrare deficiencias u omisiones de fondo en el Programa de Trabajo y Obras o la autoridad ambiental en el Estudio de Impacto Ambiental, que no pudiese corregirse o adicionarse de oficio, se ordenarán hacerlo al concesionario. No habrá lugar a pedir correcciones o adiciones de simple forma o que no incidan en el lleno de los requisitos y elementos sustanciales del Programa de Trabajo y Obras y del Estudio de Impacto Ambiental o que no impidan establecer y valorar sus componentes.

#### **4. ESTRUCTURA DE LOS TERMINOS DE REFERENCIA PARA LOS TRABAJOS DE EXPLORACIÓN**

Los Términos de Referencia constan de una introducción, de un ámbito de aplicación, de unos aspectos generales y de las diferentes fases que comprende un proyecto minero, las cuales deberán ser desarrolladas y ajustadas a los requerimientos del proyecto, a las características de la sustancia mineral, objeto de la solicitud.

Los trabajos de exploración se realizarán en fases, de acuerdo con la siguiente estructura:

- Fase I. Exploración Geológica de Superficie.
- Fase II. Exploración Geológica del Subsuelo
- Fase III. Evaluación y Modelo Geológico.
- Fase IV. Programa de Trabajos y Obras.

## **5. FASE I: EXPLORACIÓN GEOLOGICA DE SUPERFICIE.**

Esta Fase comprende todas las actividades exploratorias de superficie (cartográficas, geomorfológicas, geofísicas, etc.) que se hayan adelantado o se tengan que adelantar en superficie, con miras a caracterizar la sustancia mineral que se presenta en el área y a establecer zonas potenciales desde el punto de vista geológico - minero. No obstante el carácter obligatorio de las actividades aquí propuestas, éstas dependerán del tipo de yacimiento, del material o productos objeto de la contratación y de la magnitud del proyecto.

### **5.1. Revisión bibliográfica**

Recopilación y análisis de la literatura existente relacionada con geología regional y local, geología estructural, estudios paragenéticos, petrográficos, metalogénicos, metalográficos, geoquímicos, geofísicos, hidrológicos, hidrogeológicos, ambientales, bases topográficas, fotografías aéreas, imágenes de sensores remoto, puntos geodésicos, teledetección e información minera del sector de estudio. Preliminarmente se seleccionarán las áreas que presenten mayor importancia para la orientación de los trabajos exploratorios.

### **5.2. Contactos con la comunidad y enfoque social**

Paralelamente a la revisión de la información existente, se adelantará un acercamiento con la comunidad minera del área, que permita la convivencia entre el personal ejecutor del proyecto y la comunidad. Se realizarán reuniones y talleres en las cuales se identifique el proyecto, se expliquen los objetivos, alcances y bondades del mismo.

### **5.3. Base topográfica del área**

Si no está disponible, se hará la topografía en el área contratada a escala 1:25.000. Para las áreas de interés dentro del área contratada, se hará la topografía a escala 1:5000, preferiblemente 1:2000, con curvas de nivel como mínimo cada 20 m, y en lo posible cada 10 ó 5 m, de acuerdo con la extensión y características morfológicas del área y de acuerdo a lo especificado en las Guías Minero – Ambientales, en cuanto a las normas y procedimientos para la elaboración de planos y mapas.

Los levantamientos deberán referenciar la infraestructura superficial (construcciones, carreteras, líneas eléctricas, etc.), los accidentes geográficos

principales (quebradas, cerros, etc.), y las labores exploratorias y mineras existentes en el área (bocaminas, excavaciones, botaderos de estéril, patios de acopio de carbón, etc.).

#### **5.4. Cartografía geológica**

Inicialmente se adelantará el mapa fotogeológico y la cartografía geológica del área contratada a escala 1:25.000 o mayor, con énfasis en las unidades litoestratigráficas y sustancias mineralizadas, las estructuras geológicas y aspectos tectónicos relevantes, con la aplicación de técnicas prospectivas convencionales e innovadoras, georreferenciadas, incluyendo la construcción de apiques y trincheras orientativos. Como un resultado de ésta etapa exploratoria debe elaborarse una hipótesis de trabajo o un Modelo Descriptivo de la mineralización, mantos y capas que se presentan en el área.

Los perfiles geológicos, mapas geológicos etc., se elaborarán a la escala adecuada, de acuerdo con la extensión del área, siguiendo las Normas descritas en las Guías Minero – Ambientales.

Con base en lo anterior, en las áreas seleccionadas con mayor potencialidad, se llevará a cabo una cartografía geológica detallada, a una escala mínima 1:5.000 o mayor, dirigida a obtener las características geológicas principales del yacimiento, delimitación de los niveles de arena y grava, (geología, tipos de alteración hidrotermal y su extensión, características geoquímica, ambiente de formación, tipo de depósito, estructuras locales y regionales que controlan la mineralización, zonas de enriquecimiento, continuidad lateral y vertical de la mineralización, - zonación -, paragénesis, levantamiento de columnas estratigráficas locales detalladas, etc.). Con la información técnica obtenida hasta el momento, se ajustará definitivamente el modelo descriptivo de la mineralización, describiendo en detalle las características principales del depósito.

Se ubicará topográficamente (coordenadas X, Y y Z) todos los puntos de control geológico de los filones, capas y mantos presentes en el área, así como de los principales accidentes estructurales.

#### **5.5. Excavación de trincheras y apiques**

En la medida que se estime más conveniente y simultáneamente con el desarrollo de la cartografía geológica detallada, se realizará un programa sistemático de trincheras y apiques, para verificar la información de superficie y controlar la continuidad lateral y vertical de las diferentes estructuras, mantos, sustancias y cuerpos mineralizados, niveles de arenas y gravas.

#### **5.6. Geoquímica**

En la(s) zona(s) seleccionada(s) desde el punto de vista geológico con mayor potencial, se debe realizar un muestreo sistemático (sedimentos activos, suelos y rocas) en los drenajes, a lo largo de una malla regular, o en los diferentes afloramientos, túneles, trincheras y apiques, etc., para determinar los contenidos de los metales preciosos, elementos guías de la mineralización y asociación mineralógica característica del depósito, mediante los respectivos análisis de laboratorio (ensaye al fuego, secciones delgadas, análisis metalográficos, etc. ). Las anomalías geoquímicas resultantes deben ser confrontadas e interpretadas con base en la información geológica y geofísica disponible, teniendo siempre en mente el modelo de mineralización propuesto, el cual debe ser ajustado de acuerdo con los resultados obtenidos.

Los mapas geoquímicos se elaborarán a la escala más adecuada, de acuerdo con la extensión del área, siguiendo las Normas descritas en las Guías Minero – Ambientales.

### **5.7. Geofísica**

Los trabajos geológicos y geoquímicos adelantados previamente, permiten delinear en superficie, áreas anómalas, estrechamente relacionadas con los procesos mineralizadores que se presentan en la zona de estudio y en los cuales usualmente se requieren adelantar estudios geofísicos. En muchas ocasiones, además de los estudios geofísicos regionales que normalmente se realizan, es indispensable adelantar trabajos geofísicos adicionales muy específicos y a mayor escala para descifrar niveles y cuerpos guías de exploración que pueden acompañar a la mineralización en profundidad y que generalmente son muy útiles en la búsqueda de las zonas con mayor concentración de la sustancia mineral. En la determinación de niveles de arenas y gravas es común utilizar los sondeos eléctricos verticales.

### **5.8 Estudio de dinámica fluvial del cauce**

Para el caso de los materiales de arrastre, se deberá determinar los procesos dinámicos y el sistema fluvial característico de la corriente fluvial. Se deberán definir las distintas zonas y sus diferentes tasas de aporte de sedimento y capacidad de recarga, teniendo en cuenta los criterios geomorfológicos, clasificación de los sistemas fluviales y la disponibilidad del recurso. Igualmente se deberán determinar las tierras que se inundan y sus rutas de inundación.

### **5.9 Características hidrológicas y sedimentológicas del cauce**

Para el caso de los materiales de arrastre, en las épocas de verano e invierno se deberán determinar las condiciones hidráulicas del río, su capacidad de arrastre y sedimentación a lo largo de su cauce.

## **6. FASE II: EXPLORACIÓN GEOLOGICA DEL SUBSUELO.**

En esta Fase y a partir de los resultados obtenidos en la Fase de Geología de Superficie y cuya interpretación permitió identificar las diferentes zonas y niveles anómalos así como las evidencias claras de la mineralización en el área, se pretende delimitar el depósito potencialmente económico, con estimativos más específicos de tamaño y contenido mineral entre otros; estos aspectos permitirán definir posteriormente el verdadero potencial geológico-minero del yacimiento. Como en el caso anterior, en ésta Fase, el Concesionario también podrá establecer las etapas que considere más conveniente siempre y cuando cumpla con los objetivos mencionados previamente.

Las actividades que se adelantarán en ésta Fase son las siguientes:

### **6.1. Pozos y galerías exploratorias**

Si se requiere, se deberá plantear la construcción de pozos, galerías o cruzadas, especificando los resultados esperados, características técnicas y su justificación. Se hará un inventario de las excavaciones antiguas y de las activas en el área, a cielo abierto y subterráneas, ubicándolas topográficamente.

Se verificará la continuidad de las sustancias mineralizadas en profundidad, que permitan obtener una primera aproximación de la geometría y reservas del yacimiento.

Estos puntos de control serán ubicados mediante coordenadas X, Y y Z, describiendo los principales aspectos litológicos y estructurales.

### **6.2. Perforaciones profundas**

Para áreas o proyectos que para su evaluación geológica del subsuelo no requieran perforaciones, se exigirá como mínimo la realización de galerías exploratorias, indicando su localización (X, Y, Z), muestras tomadas, datos geológicos de estructura y calidad, etc. Esta información será la base para elaborar el modelo geológico del yacimiento o depósito.

Si la exploración del área requiere incluir perforaciones profundas, con base en la interpretación geológica, geoquímica, geofísica y de alteración hidrotermal, se deben definir los mejores sitios para adelantar las perforaciones exploratorias, perforaciones tricónicas y corazonadas, que permitan obtener la información suficiente para conocer toda la secuencia litológica y estratigráfica, la correlación de mantos y vetas, la continuidad de las sustancias mineralizadas en profundidad, determinar las estructuras y fallas geológicas del yacimiento, la geometría del depósito, la extensión, espesor y calidad de la totalidad de los mantos, vetas y cuerpos mineralizados, teniendo en cuenta los "pathfinders" y los elementos



económicos buscados, la calidad de los respaldos e intercalaciones, el cálculo de reservas y categoría de las mismas a diferentes profundidades, que permitan realizar un plan minero con el máximo aprovechamiento del yacimiento o depósito de la sustancia mineralizada.

El programa de exploración debe incluir una descripción de los tipos de perforaciones a realizar, tipo de equipos, especificando la localización, profundidad y diámetro de cada una. En los pozos con recuperación de núcleos se tomarán muestras de los mantos, cuerpos y sustancias mineralizadas, zonas de alteración hidrotermal y de los respaldos de los mantos y sustancias mineralizadas para análisis físicos, químicos y geotécnicos. Igualmente se debe especificar los laboratorios donde se efectuarían dichos análisis.

A todos los pozos, triconados y corazonados, principalmente para los yacimientos y depósitos estratiformes y de origen sedimentarios, se les tomarán por lo menos los registros eléctricos convencionales de densidad, gamma natural y resistividad. Cualquier otra curva adicional que se tome, será determinada por el concesionario. Los equipos a utilizar para la toma de los registros deberán tener una capacidad de resolución suficiente que permita su clara interpretación.

### **6.3. Muestreo y análisis de calidad**

Se elaborará y ejecutará un plan de muestreo de los mantos y cuerpos mineralizados, respaldos e intercalaciones por bloques, mantos, sustancias mineralizadas, niveles de arenas y gravas, trazas, zonas de alteración hidrotermal, definiendo la cantidad y tipo de muestras, y los análisis a ejecutar en el laboratorio. El muestreo y análisis de calidad de las muestras de mineral y mantos, deben seguir las normas y procedimientos nacionales o internacionales; para el caso de los carbones, se debe seguir los procedimientos establecidos en el manual de MINERCOL "*Normas Generales sobre Muestreo y Calidad de Carbones*". Para las arenas, gravas y agregados pétreos se seguirán las Normas ICONTEC y ASTM establecidas para el caso. En el documento "Guías Minero – Ambientales", se dan las instrucciones necesarias para la utilización de las normas y procedimientos existentes tanto a escala nacional como internacional, sobre muestreo y calidad de las sustancias minerales.

### **6.4. Estudios geotécnicos, hidrológicos e hidrogeológicos**

#### **6.4.1. Estudio geotécnico**

El estudio geotécnico deberá incluir la ejecución de ensayos de mecánica de rocas de los diferentes tipos de suelos y rocas presentes en el área para determinar la gravedad específica, la cohesión, el ángulo de fricción y la resistencia al corte y a la tensión. También incluirá los análisis de los sistemas de discontinuidades geológicas presentes en el macizo rocoso, análisis de estabilidad y probabilidad de falla de taludes en roca y rellenos y demás análisis geotécnicos necesarios para conocer las

propiedades geomecánicas de suelo y roca y sus efectos en las operaciones mineras, tales como perforación y voladura.

El conocimiento geotécnico del área deberá proveer la información necesaria para fijar criterios y diseñar los taludes en las excavaciones a cielo abierto, en los botaderos de estéril y en los retrolenados, así como de las pilas de suelo. También proveerá la información para el sostenimiento de las labores subterráneas y el control de techos y la subsidencia de terrenos entre otros.

#### **6.4.2. Estudio hidrológico**

El estudio hidrológico determinará las características hidrológicas del área contratada, evaluará el comportamiento de la precipitación anual, la extensión de la cuenca hidrográfica, los volúmenes de agua que se manejarían por efecto de la escorrentía superficial, las corrientes naturales del área y sus posibles desviaciones y las alternativas del control de inundaciones.

El conocimiento hidrológico del área deberá proveer la información necesaria para diseñar las obras y sistemas para el manejo de las aguas que permitan una eficiente operación minera.

#### **6.4.3. Estudio hidrogeológico**

El estudio hidrogeológico debe permitir el conocimiento de las condiciones naturales del agua subterránea, su relación con las aguas de infiltración y corrientes superficiales, tanto en verano como en invierno, los parámetros y constantes hidráulicas del macizo rocoso, el nivel freático, la localización y característica de los acuíferos presentes en el área y los efectos que produciría el agua subterránea sobre la explotación minera.

### **7. FASE III. EVALUACIÓN Y MODELO GEOLÓGICO.**

Con base en los resultados obtenidos tanto en la Fase I como en la Fase II, se realizará una evaluación e interpretación de toda la información geológica, geoquímica, geofísica y de perforación, dentro del marco de una conceptualización geológico y minera del yacimiento. Se establecerá el modelo geométrico, de bloques, geológico, estructural y se planteará una hipótesis genética del yacimiento, describiendo en detalle los bloques y las estructuras principales y satélites, número y su relación entre sí de los mantos, filones y sustancias mineralizadas y las características más importantes de las mineralizaciones, entre otras, sus distribuciones en superficie y subsuelo, niveles guías, estratigrafía, tipos de alteraciones hidrotermales, paragénesis y metalografía, calidades, tenores, continuidad y persistencia lateral y vertical, diseminaciones, zonaciones, cálculo de las reservas con una descripción detallada del método utilizado, etc.

Los resultados obtenidos en esta Fase servirán de base para definir el verdadero potencial del yacimiento y a su vez planear y diseñar el Programa de Trabajos y Obras (P T O), por lo tanto el concesionario deberá elaborar los mapas, planos, perfiles, etc., que a su juicio sea necesario para la evaluación geológica, cálculo y categorización de las reservas y preparación del modelo geológico del depósito, siguiendo las normas y procedimientos establecidos en las Guías Mineras.

A continuación se especifican algunos mapas y planos de referencia propios de una evaluación geológica de un depósito o yacimiento mineral:

- Mapa de localización.
- Mapa fotogeológico a escala 1:25000
- Columnas estratigráficas generalizadas: regional a escala según nivel de los estudios.
- Mapa geológico general: con la topografía del área, estructuras principales, formaciones geológicas y bloques potenciales, a escala según nivel de los estudios.
- Mapa de subafloramientos, a escala según el nivel de los estudios.
- Mapas de reservas básicas: para cada uno de los mantos y estratos explotables, indicando los contornos estructurales del techo o del piso del manto y las áreas de reservas medidas, indicadas e inferidas.
- Mapas isópacos: de diferentes capas, mantos, sedimentos, cuerpos mineralizados, de diferentes parámetros de calidad y tenores, a escala según nivel de los estudios.
- Perfiles geológicos: longitudinales y transversales, a escala según nivel de los estudios
- Mapas de anomalías geoquímicas y geofísicas, para el caso en que se utilicen estas herramientas, a escala según el nivel de los estudios,
- Mapas de localización de puntos de muestreo y de control geológico superficial, a escala que dependen del nivel de detalle de los estudios.
- Mapa de resultados analíticos, de isotenores, a escala según el nivel de los estudios.
- Mapas de contornos estructurales por unidades mineralizadas, a escala según el nivel de los estudios.
- Mapas de alteraciones hidrotermales, a escala según el nivel de los estudios,
- Perfiles longitudinales y transversales, escala según el nivel de los estudios.
- Mapas de zonas homogéneas, escala según el nivel de los estudios.
- Mapas geológico mineros de levantamientos subterráneos, correspondientes a cada una de las obras de preparación y desarrollo de las minas existentes, a escala según el nivel de los estudios.
- Planos superficiales de las minas existentes.

Los mapas, planos y perfiles geológicos se elaborarán a escalas de acuerdo con la extensión del área y según el nivel de los estudios, siguiendo las normas

establecidas en las Guías Minero - Ambientales. Se elaborarán y presentarán en forma textual y gráfica y en medios magnéticos preferiblemente.

Se deberá calcular y categorizar los recursos y reservas básicas del yacimiento o depósito, especificando los criterios y parámetros utilizados en la evaluación, siguiendo las normas y procedimientos establecidos tanto en el ámbito nacional como en el internacional. Para el caso de los carbones, se deberá utilizar el manual: "*Sistema de Clasificación de Recursos y Reservas de Carbón*", establecidos en las Guías Minero – Ambientales. Para los otros minerales se utilizarán las normas tanto nacionales como internacionales especificadas en la Guía Minero - Ambiental.

Para materiales de arrastre se deberá calcular la disponibilidad del recurso teniendo en cuenta la Tasa de Aporte, Tasa de Transporte y Tasa de Sedimentación de los materiales a lo largo del cauce de la corriente fluvial.

Se evaluará la calidad y el tenor del yacimiento o depósito, por bloques, estratos, mantos y cuerpos mineralizados en diferentes bases de análisis (base como se recibe y analiza en el laboratorio, transformada en diferentes bases, calidad esperada en boca mina (ROM)). Se clasificarán los productos de acuerdo con normas internacionales como ASTM e ISO.

El conocimiento hidrogeológico y geotécnico del área deberán proveer la información necesaria para fijar criterios y diseñar los sistemas de drenaje, desagüe, despresurización y estabilidad de taludes de las explotaciones, tanto a cielo abierto, como subterráneas.

## **8. FASE IV. PROGRAMA DE TRABAJOS Y OBRAS.**

El Programa de Trabajos y Obras suministrará la base técnica, logística, económica y comercial para tomar la decisión de invertir y desarrollar un proyecto minero. Bajo esta consideración, una vez aprobado por la autoridad minera concedente, directamente o a través del auditor minero, el Programa de Trabajos y Obras se anexará al contrato como parte de las obligaciones.

En consecuencia el Programa de Trabajos y Obras, con base en Los Trabajos de Exploración, deberá desarrollar el análisis de mercados, el planeamiento y diseño de las explotaciones de la sustancia mineral, beneficio y transformación, el estudio de la infraestructura de transporte y puerto de cargue, la evaluación financiera del proyecto y la promoción de los minerales. Se debe tener en cuenta que sin la aprobación expresa del estudio que demuestre la factibilidad ambiental de dicho programa y la expedición de la Licencia Ambiental correspondiente, no habrá lugar a la iniciación de las Obras y Trabajos de Explotación, por lo que el concesionario simultáneamente con el Programa de Trabajos y Obras deberá presentarse el Estudio de Impacto Ambiental, a la autoridad competente. La Licencia Ambiental, con las restricciones y condicionamientos que imponga al concesionario, formarán parte de sus obligaciones contractuales.

### **8.1. Estudio de mercados**

Con el objeto de suministrar criterios y elementos para definir la factibilidad del proyecto, y dependiendo de la magnitud del mismo, se analizarán las tendencias y proyecciones del mercado interno (local, regional) y externo (nacional, internacional), se estimará la oferta y demanda, se establecerán los requisitos de calidad, tenores y especificaciones de los productos, se hará la estimación de precios y ventas esperadas para los diferentes tipos de sustancia mineral y metales beneficiados, se definirá la estrategia de comercialización, y se harán los análisis de riesgos comerciales, entre otros.

### **8.2. Diseño y planeamiento minero**

El objetivo del diseño y planeamiento minero es buscar el aprovechamiento racional del yacimiento o depósito permitiendo la máxima recuperación de reservas, de tal forma que el proyecto sea técnico, económico, social y ambientalmente viable y sostenible en el tiempo.

Se adelantará el planeamiento minero en aquellas áreas del yacimiento o depósito que presenten bloques susceptibles de explotación y con suficientes reservas para proyectar el desarrollo de una ó varias minas a largo plazo, con niveles de producción y tenores anual acordes con las condiciones del mercado, con incremento gradual en los primeros años y una producción sostenible en el largo plazo. El planeamiento minero deberá prever consideraciones de flexibilidad operacional, de tal manera que permita el aumento ó disminución de la producción de acuerdo con la proyección de la oferta y demanda de mineral y de los metales beneficiados en el mercado nacional e internacional y eventos de contingencia.

El diseño y planeamiento del proyecto comprenderá, como mínimo, las siguientes actividades:

#### **8.2.1. Selección de áreas y análisis de alternativas de explotación**

De acuerdo con los resultados obtenidos de Los Trabajos de Exploración y los estudios de mercados, se debe definir la relación de descapote máxima económica y la ley de corte que permita alcanzar, identificando los bloques o áreas de explotación tanto para la minería a cielo abierto como para la minería subterránea, y los mantos, estratos y sustancias minerales explotables, de acuerdo a una secuencia lógica y teniendo como objetivo la explotación integral y racional del yacimiento o depósito. La no - explotación de un bloque ó un manto, estrato y mineral específico debe ser plenamente valorada, y justificada técnica y económicamente.

Una vez seleccionadas las áreas definitivas objeto de futura explotación, se adelantará un análisis comparativo, usando valores índices, que permita estimar las

ventajas y desventajas, tanto técnicas como económicas, de las alternativas de acceso a los mantos, estratos y minerales de desarrollo minero, de los métodos de explotación aplicables al mismo, de los volúmenes de producción de mineral asociados al sistema de minería, y de las inversiones requeridas para las diferentes alternativas de explotación del yacimiento o depósito.

Esta evaluación definirá los parámetros y criterios para el diseño minero.

Para el análisis anterior, se prepararán los mapas, perfiles geológicos y planos mineros que se elaborarán a escala, según el nivel de los estudios y de acuerdo con la extensión del área, siguiendo las normas y procedimientos establecidos.

## **8.2.2. Diseño y planeamiento de la explotación**

### **8.2.2.1. Explotación a cielo abierto**

Se precisarán las áreas de explotación a cielo abierto, especificando los criterios de selección del método de explotación para establecer la geometría óptima de los tajos, tales como, la profundidad máxima, ancho del fondo del tajo, el ángulo general de los taludes, altura de bancos, rampas de acceso a largo plazo, e indicando los beneficios operacionales y económicos de cada bloque minero. Para cada uno de los tajos se calcularán las reservas in-situ, se calculará el porcentaje de recuperación y las reservas explotables y los tenores de corte. Se deberán tomar las previsiones para el desarrollo posterior o simultáneo de explotaciones subterráneas. Se deben presentar opciones de diseño de la mina y análisis de sensibilidad de la secuencia minera, así como las descripciones de las exploraciones de desarrollo.

Se hará la descripción de las actividades principales de la operación minera, el secuenciamiento de las explotaciones por bloques, niveles, mantos y tenores de acuerdo con las metas de producción de la sustancia mineral establecidos para la minería a cielo abierto, las instalaciones necesarias con su ubicación y dimensionamiento, los planes de perforación y voladura para estéril, sustancia mineral, los tenores, la calidad en patios de almacenamiento (ROM) de la producción anual de la sustancia mineral. Igualmente se hará el secuenciamiento de avance de los botaderos y retrollenados, el balance de materiales, se calcularán los ciclos de acarreo del mineral y el estéril, se presentará el plan general de la línea eléctrica, sistema de control y bombeo de aguas de escorrentía y subterráneas, remoción y apilamiento de suelos, la infraestructura e instalaciones de soporte, y demás operaciones mineras relevantes de la explotación a cielo abierto.

Se calcularán las reservas explotables por bloques, niveles, mantos y vetas, y la calidad proyectada de la sustancia mineral en boca de mina, incluyendo las pérdidas de mineral y la dilución de roca por minería. Se calculará el porcentaje de recuperación de las reservas y la vida útil de la mina.

Se elaborará el cronograma general del proyecto, incluyendo labores de desarrollo, preparación y explotación, los requerimientos de personal, cantidades de obra y rendimientos por turno, entre otros.

Se definirá el equipo minero, principal y auxiliar, requerido para la explotación a cielo abierto, lo mismo que el equipo requerido para la preparación, manejo y beneficio de la sustancia mineral, especificando los diferentes parámetros utilizados para el cálculo de su rendimiento tales como la productividad horaria del equipo, la disponibilidad, el uso de la disponibilidad, horas programadas, los factores de eficiencia, vida útil, programas de mantenimiento y reposición de equipos, etc.

Con base en los volúmenes de producción previstos y los resultados de los ensayos metalúrgicos, se definirán los sistemas y los métodos de beneficio más apropiados, así como la descripción de las plantas y equipos con sus respectivos costos.

Se planteará la organización administrativa de la explotación a cielo abierto, el organigrama propuesto, los requerimientos anuales de personal, y los programas de mantenimiento de equipo, entrenamiento de personal, seguridad minera y salud ocupacional, etc.

Además de los esquemas y figuras requeridos para ilustrar los diseños a cielo abierto, se deben tener en cuenta los siguientes mapas y gráficos:

- Mapa geológico general con la topografía del área, estructuras principales, bloques mineralizados, trazas y/o subafloramientos de mantos, estratos, vetas y cuerpos mineralizados.
- Perfiles geológicos, longitudinales y transversales, mostrando las estructuras principales, las formaciones geológicas, y los estratos, vetas y cuerpos mineralizados seleccionados para explotación minera e indicando las áreas y secuencia anual de la explotación a cielo abierto.
- Plano general con la geometría de los tajos, instalaciones principales, botaderos de superficie, pilas de suelo, vías de acceso, línea eléctrica, canales y diques de protección.
- Planos de avance anual de las explotaciones a cielo abierto, botaderos de superficie y retrollenados, canales y diques de protección de avenidas.
- Plano de infraestructura e instalaciones de soporte, con vías de acceso a la mina, localización de tajos a cielo abierto, botaderos de estéril en superficie, patios de almacenamiento de mineral, talleres, oficinas, campamento, línea eléctrica y las instalaciones auxiliares.

#### **8.2.2.2. Explotación subterránea**

Se precisarán las áreas para minería subterránea especificando los criterios de selección del método de explotación de ellas, tales como profundidad de los accesos, sistemas de ventilación, resultado de los análisis geotécnicos, etc.

Se hará el diseño del acceso principal y el planeamiento de las labores de desarrollo, preparación y explotación de los estratos y cuerpos mineralizados con sus respectivos niveles de producción anual. El rendimiento de la mina, como parámetro de diseño debe reflejar el nivel de tecnificación prevista para la explotación.

El diseño de la mina deberá mostrar la secuencia anual de avance de galerías, guías, sobreguías, cruzadas, tambores, frentes de explotación, y demás avances mineros requeridos para la explotación del yacimiento o depósito; esta secuencia de avances mineros se hará por bloques, niveles, mantos, estratos, vetas y cuerpos mineralizados en general.

Se calcularán las reservas explotables y tenores por bloques, niveles, mantos, sustancia mineral, vetas y cuerpos mineralizados y la calidad y el tenor proyectado del mineral en boca de mina, incluyendo las pérdidas de mineral y la dilución de roca por minería. Se calculará el porcentaje de recuperación de las reservas y la vida útil de la mina.

Se elaborará el cronograma general del proyecto, incluyendo labores de desarrollo, preparación y explotación, los requerimientos de personal, cantidades de obra y rendimientos por turno, entre otros.

Se hará el diseño detallado de las labores mineras, incluyendo las labores de perforación y voladuras u otros sistemas de arranque manual o mecánico; cargue, transporte y descargue de materiales; sostenimiento, ventilación, iluminación, desagüe; infraestructura e instalaciones de soporte, sistema de preparación, manejo y beneficio de la sustancia mineral y demás operaciones unitarias requeridas para el desarrollo de la explotación subterránea. También se incluirá el diseño de los botaderos de superficie y demás instalaciones principales requeridas para el proyecto.

Se definirá el equipo minero, principal y auxiliar, requerido para la explotación subterránea.

Con base en los volúmenes de producción previstos y los resultados de los ensayos metalúrgicos, se definirán los sistemas y los métodos de beneficio más apropiados, así como la descripción de las plantas y equipos con sus respectivos costos.

Se planteará la organización administrativa y el organigrama propuesto para la mina subterránea, los requerimientos anuales de personal, entrenamiento de personal, seguridad minera y salud ocupacional, entre otros.

Además de los esquemas y figuras requeridos para ilustrar los diseños subterráneos, se deben tener en cuenta los siguientes mapas y gráficos:



- Mapa geológico general con la topografía del área, estructuras principales, bloques mineralizados, trazas y/o subafloramientos de mantos, estratos, vetas y cuerpos mineralizados.
- Perfiles geológicos, longitudinales y transversales, mostrando las estructuras principales, las formaciones geológicas, y los mantos y estratos de mineral seleccionados para explotación minera e indicando la proyección del acceso al yacimiento.
- Plano general de la mina subterránea, indicando la localización y proyección de los accesos, galerías, cruzadas, tambores, y demás estructuras subterráneas principales que definan el esqueleto de la mina.
- Planos de la explotación subterránea, por mantos, estratos, vetas, etc., indicando la localización y proyección de las labores de desarrollo y preparación, avances anuales de la explotación, e incluyendo las estructuras geológicas principales y los contornos estructurales del piso de los mantos, estratos y vetas.
- Plano de ventilación indicando el circuito general de ventilación de las excavaciones subterráneas.
- Plano de infraestructura e instalaciones de soporte, con vías de acceso a la mina subterránea, túneles y tambores de ventilación de las explotaciones subterráneas, botaderos de estéril en superficie, patios de almacenamiento de mineral, talleres, oficinas, campamento, línea eléctrica, y demás instalaciones.

### **8.3. Beneficio y transformación de minerales**

#### **8.3.1. Ámbito de aplicación**

Las explotaciones de materiales y minerales de diferentes tipos y orígenes que se realizan en Colombia, por lo general, son de muy bajo grado de tecnificación, en su mayoría la efectúan pequeños mineros caracterizados por bajos volúmenes de extracción.

Estos términos de referencia tienen un carácter genérico y, en consecuencia, deberán ser adaptados al mineral y a la magnitud y otras particularidades de los proyectos específicos.

#### **8.3.2. Objetivos**

El desarrollo de los Términos de Referencia sobre Beneficio y Transformación de Minerales, debe cumplir con los siguientes propósitos:

- Abordar técnicamente el tema y plantear soluciones al problema de extracción de los proyectos Mineros y fijar criterios para la toma de decisiones en la formulación del Planeamiento Minero.

- Caracterización física, química y mineralógica del mineral, lo que permitirá conocer el estado actual de las operaciones y procesos de beneficio de minerales, así como de las potencialidades y limitaciones al tratar de mejorar estos procesos.
- Establecer propuestas de reconversión tecnológica de los equipos que en la actualidad se utilizan, con el fin de mejorar las operaciones y procesos metalúrgicos, para que se incremente el porcentaje de rendimiento y recuperación metalúrgica.
- Sustentar las propuestas de mejoramiento del beneficio de minerales, siguiendo criterios de preservación ambiental, ahorro de energía y reducción de costos.
- Establecer alternativas no convencionales (aplicación de tecnologías limpias) para la extracción y recuperación de minerales, materiales y metales básicos, etc., definiendo costos y facilidades de puesta en marcha.
- Determinar las inversiones que se requieran, los costos de producción y la rentabilidad del beneficio de mineral propuesto.
- Describir, localizar y definir los procesos de transformación de minerales.

### **8.3.3. Operaciones de beneficio, metalurgia y transformación de minerales.**

Se tendrán en cuenta los antecedentes de montaje de las operaciones y procesos de beneficio de mineral existente, la identificación y sitio de ubicación de la “planta” de beneficio y los aspectos relevantes desde el inicio de las explotaciones hasta la actualidad, enfatizando en los cambios e innovaciones tecnológicas que se hayan aportado.

Los estudios previos que existieren sobre la extracción metalúrgica deben aportar datos sobre peso específico de las muestras y manejo de pulpas (viscosidad y sedimentación). El conocimiento de la composición del mineral, las asociaciones mineralógicas que presente y el estudio de liberación de tamaños es fundamental para el control de las influencias penalizantes que se puedan producir en la disolución y recuperación de mineral.

Definidas las características mineralógicas de la mena y sus asociaciones, se determinará el proceso más apropiado para su tratamiento, en aras de obtener la mayor recuperación de metal valioso, para ello se realizan estudios que permiten definir las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la sustancia mineral y así seleccionar los equipos más apropiados para su beneficio y transformación. A continuación se mencionan algunas de ellas.

#### **8.3.3.1. Grado de liberación del mineral**

Estudio de liberación para establecer la malla de separación de las especies valiosas de la ganga y también la distribución de tamaño de las especies presentes.

#### **8.3.3.2. Estudio de las asociaciones del mineral**

Determinación de la proporción de metal libre, asociado, ocluido, incluido o en solución sólida y la proporción de la distribución entre los minerales.

#### **8.3.3.3. Descripción de operaciones unitarias y procesos**

✓ *Reducción de tamaños (conminución):* Se deberá describir los parámetros de diseño y demás información de las operaciones de trituración y molienda.

✓ *Trituración primaria:* Descripción de la operación, tipos de equipos, especificaciones, calidad, granulometría de los minerales (alimentación y producto), carga circulante (condiciones de operación), etc.

✓ *Trituración secundaria:* Descripción de la operación, tipos de equipos, especificaciones, calidad, características tecnológicas.

✓ *Lavado:* se hace con el propósito de remover material contaminantes que pueden ser perjudiciales en procesos posteriores

✓ *Molienda:* Descripción de la operación, tipos de equipos, especificaciones, calidad, parámetros del régimen mecánico.

✓ *Clasificación de partículas:* Descripción de la operación, tipos de equipos, especificaciones, calidad, variables que afectan la operación, capacidad, velocidad del movimiento del material a lo largo del tamiz, área de cribado.

✓ *Concentración de Minerales:* Descripción del proceso, selección de equipos, especificaciones, calidad.

#### **8.3.3.4. Extracción y recuperación de los minerales**

Este numeral comprende la descripción de los procesos necesarios para la obtención del metal o mineral de interés.

Los procesos de extracción y recuperación dependen del tipo de mineral, de la tecnología seleccionada y de los costos.

#### **8.3.3.5. Fundición y separación metálica**

Descripción del proceso, métodos utilizados en el tratamiento de los precipitados, tipos de carga en la fundición, manejo de escorias, descripción de la separación selectiva de metales preciosos, tipos de equipos, manejo y disposición de las colas.

#### **8.4. Construcción y montaje**

Las construcciones, instalaciones y montajes mineros deberán tener las características, dimensiones y calidades señaladas en el Programa de Trabajos y Obras aprobado. Sin embargo, el concesionario podrá, durante su ejecución, hacer los cambios y adiciones que sean necesarios.

El montaje minero consiste en la preparación de los frentes mineros y en la instalación de las obras, servicios, equipos y maquinaria fija, necesarios para iniciar y adelantar la extracción o captación de los minerales, su acopio, su transporte interno y su beneficio. Las construcciones e instalaciones, distintas a las requeridas para la operación de extracción o captación de los minerales, podrán estar ubicadas fuera del área del contrato.

A continuación se especifican las labores de diseño de las construcciones, instalaciones y montajes mineros:

##### **8.4.1. Instalaciones de soporte minero**

Para las instalaciones mineras se harán prediseños y descripciones de las obras que permitan la evaluación técnica y económica de las alternativas de almacenamiento, beneficio, manejo y cargue de mineral y estéril, control de calidad, etc., lo mismo que sus instalaciones auxiliares, de tal forma que se tengan las bases para su adecuada selección.

Dentro de las instalaciones auxiliares se deben considerar:

- Instalaciones de soporte tales como talleres, bodegas, oficinas, viviendas y demás.
- Sistemas de transmisión, transformación y distribución eléctrica; sistema de comunicaciones; fuentes de suministro, tratamiento y distribución de agua potable; disposición y tratamiento de aguas servidas y basuras; drenaje y evacuación de aguas lluvias; sistemas de depósito y distribución de combustibles.

##### **8.4.2. Infraestructura de transporte y embarque e instalaciones asociadas**

Con el objeto de seleccionar las mejores opciones viables para el transporte y embarque del mineral proveniente del área contratada, considerando que sus inversiones y costos asociados influyen directamente en la competitividad del mineral a ser comercializado y por ende en la viabilidad del proyecto, se hace necesario que el concesionario evalúe:

- La infraestructura existente y proyectada y su capacidad para movilizar el mineral del área contratada.
- La consideración de nuevas alternativas de infraestructura
- Selección de la mejor opción.

Para la opción escogida se harán prediseños y descripción de las obras, así como de las instalaciones de soporte asociadas, incluyendo entre otras:

- Carreteras, vías férreas u otro medio de transporte que se haya seleccionado o que se requiera para conectar con la infraestructura existente.
- Aeropuertos y helipuertos.
- Sistemas de almacenamiento, beneficio, manejo y transferencia de mineral, en mina y puerto o en puntos de trasiego que así lo requieran.
- Infraestructura del puerto, incluyendo instalaciones en tierra y agua o ampliación de los puertos existentes.
- Sistemas para el control de calidad, inventarios de repuestos y materiales, y medición del mineral extraído y exportado.

### **8. 5. Evaluación financiera del proyecto**

El alcance de la evaluación financiera del proyecto que se detalla a continuación dependerá de la magnitud del mismo, por lo tanto el concesionario minero lo ajustará a las condiciones propias de su proyecto.

Se evaluarán las inversiones realizadas y los diferentes activos existentes y se hará la proyección de las inversiones anuales a realizar durante la vida útil del proyecto. Se efectuará el análisis de los costos de capital y de operación, especificando costos de personal, materiales y suministros. También se calcularán los costos unitarios y el costo total de producción por tonelada, metros cúbicos, onza troy, libras, etc., y se hará la comparación con los costos de referencia del subsector del mineral en la región.

La evaluación será presentada en pesos o dólares constantes e indicará las proyecciones de producción, exportaciones, ventas para el consumo interno, tendencias del mercado y precios asociados.

Igualmente se hará el análisis financiero del proyecto calculando el flujo de caja y el retorno financiero: el valor presente neto, la tasa interna de retorno, y el período de retorno de la inversión. También se deberá incluir análisis de sensibilidad económica con los parámetros de mayor incidencia en el proyecto.

Con base en los diseños y esquemas operacionales antes definidos, se deberán estimar las inversiones y costos operacionales anuales y su ejecución a lo largo del proyecto, desagregando por operaciones unitarias, elementos de costo y monedas de origen.

Se deberán considerar los ingresos operacionales por venta del mineral explotado; para lo cual se deberán presentar proyecciones de precios F.O.B. esperados.

Se deberán incluir las fuentes de financiamiento, sus términos, costos y condiciones previstas para el proyecto.

En análisis financiero del proyecto se hará en pesos o dólares constantes de diciembre 31 del año inmediatamente anterior a aquel en que se presente el Programa de Trabajos y Obras de Explotación, para estos efectos se deberán detallar los indicadores económicos utilizados (inflación interna y externa, devaluación, etc.).

Las evaluaciones financieras requeridas son:

- Flujos de fondos antes de financiamiento
- Flujos de fondos después de financiamiento y antes de impuestos
- Flujos de fondos después de financiamiento y después de impuestos.

Para estos tres flujos de fondos se deberán calcular: TIR y VPN al costo de oportunidad del dinero de concesionario.

Se deberán hacer análisis de sensibilidad sobre precios F.O.B. y aspectos operacionales críticos.

### **8.6. Estudio de impacto ambiental**

Teniendo en cuenta que no podrán iniciarse los trabajos y obras de explotación minera sin la aprobación expresa del Estudio de Impacto Ambiental y la expedición de la Licencia Ambiental por la autoridad competente, el estudio se ajustará a los Términos de Referencia y Guías Ambientales previamente adoptados por la autoridad ambiental. Este estudio contendrá los elementos, informaciones, datos y recomendaciones que se requieran para describir y caracterizar el medio físico, social y económico del lugar o región de las obras y trabajos de explotación; los impactos de dichas obras y trabajos con su correspondiente evaluación; los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de esos impactos; las medidas específicas que se aplicarán para el abandono y cierre de los frentes de trabajo y su plan de manejo; las inversiones necesarias y los sistemas de seguimiento de las mencionadas medidas. Los resultados de este estudio harán parte de la viabilidad técnica y económica del proyecto.

### **8.7. Programa de trabajos y obras de explotación e informes**

Como resultado de 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.

1. Delimitación definitiva del área de explotación.
2. Mapa topográfico de dicha área.
3. Detallada información cartográfica del área y, si se tratare de minería marina especificaciones batimétricas.
4. Ubicación, cálculo y características de las reservas que habrán de ser explotadas en desarrollo del proyecto.
5. Descripción y localización de las instalaciones y obras de minería, depósito de minerales, beneficio y transporte y, si es del caso, de transformación.
6. Plan Minero de Explotación, que incluirá la indicación de las guías técnicas que serán utilizadas.
7. Plan de Obras de Recuperación geomorfológica, paisajística y forestal del sistema alterado.
8. Escala y duración de la producción esperada.
9. Características físicas y químicas de los minerales por explotarse.
10. Descripción y localización de las obras e instalaciones necesarias para el ejercicio de las servidumbres inherentes a las operaciones mineras.
11. Plan de cierre de la explotación y abandono de los montajes y de la infraestructura.

Así mismo, el Programa de Trabajos y Obras de Explotación deberá relacionar la inversión anual necesaria para la etapa de Construcción y Montaje.

Adicionalmente, el concesionario suministrará al Sistema Nacional de Información Minera, la información resultante de sus estudios y trabajos mineros. Esta información se entregará y suministrará, sin costo alguno, en medio magnético compatible y en material impreso.

Los particulares concesionarios o los propietarios de minas, deberán colaborar a actualizar el Sistema de Información Minera anualmente, mediante el diligenciamiento del formulario de captura de información, adoptado por la autoridad minera.

## **9. PLAN DE CIERRE Y ABANDONO**

Una vez agotadas las reservas remanentes y económicamente explotables del mineral, se procederá al cierre y abandono de la mina. El objetivo del plan es devolver o reintegrar la zona al paisaje inicial, buscando minimizar los efectos adversos dejados por las actividades mineras que se realizaron en el pasado, para lo cual, el concesionario deberá presentar el plan de obras de cierre de la explotación y abandono de los montajes y de la infraestructura, con el cronograma y presupuesto proyectado, el cual será evaluado y aprobado por la autoridad minera o los auditores mineros.

Un adecuado plan de cierre, abandono o restauración deberá ser elaborado e incorporado al proyecto minero desde las fases de desarrollo y explotación mineras y

deberán ejecutarse de manera consecuente con el plan de manejo ambiental aprobado.

Para la minería a cielo abierto, se buscará que el área explotada se recupere con miras a darle otro uso potencial a la zona, acorde con el medio ambiente circundante y los planes de ordenamiento territorial municipal, los cuales pueden ser, de tipo urbanístico o industrial, de recreación pasiva o intensiva, agrícola o forestal, conservación de la naturaleza, depósito de agua, vertedero de estéril y basuras, etc.

Si se trata de explotaciones subterráneas se debe evaluar y definir en superficie la proyección de los posibles daños que se pueden causar en el futuro por efecto de la subsidencia tardía del terreno y sus consecuencias en obras civiles y de infraestructura, para lo cual se deben calcular las consecuencias y costos, haciendo las provisiones necesarias.

Se debe adelantar la demolición y desmantelamiento de las instalaciones en superficie.

## **10. PLAZOS**

Tres (3) años para hacer la exploración técnica del área contratada, ciñéndose a los Términos de Referencia de Los Trabajos de Exploración y Guías Mineras, y presentación del Programa de Trabajos y Obras de Explotación, treinta (30) días antes de finalizar esta etapa. A partir de esa fecha, el concedente contará con treinta (30) días para evaluar, aprobar o formular objeciones. (Artículo 71). En el evento en que se acudiere al auditor externo al que hace referencia el artículo 321 del Código de Minas, el Programa de Trabajos y Obras será presentado junto con la refrendación, con una antelación de cuarenta y cinco (45) días.