

DOCUMENTO TÉCNICO CON ESTÁNDAR

TOMO II. ESTIMACIÓN DE RESERVAS MINERALES

TÍTULO MINERO XXXXXXXX

Titular Minero

Ciudad, Fecha

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	5
2. FACTORES MODIFICADORES.....	6
2.1. Factores Técnicos	6
2.1.1. Diseño y planeamiento minero	6
2.1.2. Seguridad minera	7
2.1.3. Diseño minero final	8
2.1.4. Cronograma general.....	8
2.2. Factores metalúrgicos o de beneficio	8
2.2.1. Restricciones beneficio y/o transformación	8
2.2.2. Rendimientos del proceso	8
2.2.3. Manejo de rechazos/colas.....	8
2.2.4. Proyección de productos y calidad por año	8
2.2.5. Requerimiento de equipos e insumos.....	8
2.3. Factores de infraestructura.....	8
2.3.1. Construcción y montaje	8
2.4. Factores Ambientales	9
2.5. Factor Plan de cierre y Abandono.....	9
2.5.1. Caracterización de las labores mineras y la infraestructura	9
2.5.2. Criterios del plan de cierre y abandono	9
2.5.3. Tipos de cierre	9
2.5.4. Actividades post-cierre	10
2.5.5. Actividades de desmantelamiento	10
2.5.6. Costos del Plan de Cierre y Abandono	10
2.5.7. Cronograma de actividades del Plan de Cierre y Abandono	10
2.6. Factores Sociales.....	10
2.7. Factores Legales.....	10
2.7.1. Vigencia del contrato.....	10
2.7.2. Servidumbres	10
2.8. Factor de estudio de mercado	10
2.9. Factor Financiero	11
2.9.1. Proyecciones e incrementos.....	11
2.9.2. Moneda de referencia	11

2.9.3. Inversiones	11
2.9.4. Ingresos	11
2.9.5. Costos	11
2.9.6. Regalías	11
2.9.7. Financiación	11
2.9.8. Costo de capital	11
2.9.9. Flujo de caja	11
2.9.10. Evaluación financiera del proyecto	11
2.9.11. Sensibilidad	11
2.10. Factor análisis de riesgos.	11
2.11. Otros factores	12
3. ESTIMACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE RESERVAS MINERALES	13
3.1. Metodología para la estimación de reservas minerales.	13
3.2. Análisis e incidencia de los factores modificadores en la estimación y categorización de las Reservas Minerales.	13
3.3. Estimación de las Reservas Minerales.	13
3.4. Categorización de las reservas minerales.	13
4. BIBLIOGRAFÍA	14

LISTA DE TABLAS

Relación de las tablas incluidas en el documento con datos e información referenciada en la descripción y análisis presentado.

LISTA DE FIGURAS

Listado de las figuras que se han incluido en el documento técnico para ilustrar los análisis presentados.

LISTA DE ANEXOS

Corresponde a la relación de la información de soporte anexa al documento técnico.

Anexos Factores Modificadores

Anexos Producción y Vida Útil

Anexos Plan de Cierre y Abandono

Anexos Estimación de Reservas

LISTA DE PLANOS

Relación de los planos aportados como complementos o soportes de la información presentada en el documento técnico.

INTRODUCCIÓN

Esta plantilla está disponible para los titulares mineros y otros interesados en presentar un documento técnico a la autoridad minera, siguiendo un estándar para la estimación de recursos y reservas minerales alineado con las directrices del Comité de Normas Internacionales para Informes de Recursos y Reservas Minerales (CRIRSCO).

El documento esta estructura acorde con los términos de referencia para la elaboración del Programa de Trabajos y Obras -PTO- y al Estándar Colombiano de Recursos y Reservas Minerales. Su propósito es servir de guía para titulares mineros y demás interesados en la preparación y presentación de documentos técnicos ante la autoridad minera.

Se recomienda a los interesados revisar cuidadosamente los términos de referencia aplicables, considerando las características específicas de cada proyecto. Esto incluye factores como la normativa vigente, el tipo de mineral, la clasificación del proyecto minero, el sistema de explotación, entre otros, que deben ser tomados en cuenta en la elaboración del documento.

Cabe señalar que esta guía no sustituye los términos de referencia, por lo que su uso es opcional y orientativo. Las notas asociadas a cada ítem deben considerarse como recomendaciones generales.

Para garantizar la calidad en la producción de documentos técnicos y proporcionar información clara y bien estructurada a los usuarios internos y externos, se han establecido pautas para la presentación, forma y contenido de estos informes, siguiendo los estándares establecidos por ICONTEC (Norma Técnica Colombiana NTC 1486 para informes técnicos y otras normas aplicables).

1. RESUMEN

El documento técnico correspondiente a la carpeta denominada TOMO II. ESTIMACIÓN DE RESERVAS MINERALES se fundamenta en la descripción y el análisis los Factores Modificadores, que corresponden a los aspectos determinados por profesional idóneo que pueden tener algún impacto en la conversión de los recursos minerales a reservas minerales, de acuerdo con las características del depósito, las condiciones geológicas, parámetros técnicos, determinantes ambientales, las perspectivas del proyecto minero y la situación actual de mercado y económica.

La determinación de los factores modificadores que se aplicaran es específica para cada proyecto minero e involucra, pero no se limita al análisis de: Factores Técnicos, Factores metalúrgicos o de beneficio, Factores de infraestructura, Factores Ambientales, Factor Plan de Cierre y Abandono, Factores Sociales, Factores Legales, Factor de estudio de mercado, Factor Financiero, Factor análisis de riesgos.

La Estimación y categorización de reservas minerales hace parte de este tomo y en esta se describe el proceso de conversión de recursos minerales indicados y/o medidos estimados a reservas probables y/o probadas, de acuerdo con la aplicación de los diferentes factores modificadores.

La información y los análisis que conforman el TOMO II. ESTIMACIÓN DE RESERVAS MINERALES, obedecen y a una debida justificación y sustentación con los soportes necesarios para garantizar su transparencia y materialidad, de acuerdo con los principios que rigen los estándares acogidos por CRIRSCO.

2. FACTORES MODIFICADORES

Los Factores Modificadores son consideraciones usadas para evaluar y estimar Objetivos de Exploración, Recursos Minerales y/o Reservas Minerales. Estos incluyen, pero no se limitan a, factores de minería, procesamiento, metalúrgicos, infraestructura, económicos, de mercado, legales, ambientales, sociales y de gobernanza (ESG por sus siglas en inglés), y regulatorios. (ECRR®, 2025).

El análisis exhaustivo por parte del profesional idóneo, no solo se debe centrarse en los factores más comunes, sino también en aquellos aspectos que puedan influir en el proyecto específico. Esto te permitirá tener una visión más completa y precisa e incrementar la confianza en la conversión de recursos a reservas minerales.

2.1. Factores Técnicos

Estos factores abarcan la descripción y el análisis de los elementos específicos del área donde se llevará a cabo el proyecto. Incluyen aspectos como las condiciones geológicas y geotécnicas del macizo rocoso, que son fundamentales para el diseño y la operación de la mina. Otro aspecto importante en el análisis de este factor es la determinación del área definitiva de explotación de acuerdo con las superposiciones con zonas de restricción y exclusión minera.

Además, es fundamental definir el sistema de explotación y seleccionar el método más adecuado para la operación. El diseño minero, así como la gestión de pérdidas de mineral, tanto planificadas como no planificadas, y la dilución, son aspectos que impactan directamente en la eficiencia del proyecto. Otros aspectos relevantes para considerar son el manejo de las aguas, los servicios mineros que estarán disponibles y las medidas de seguridad minera, entre otros.

2.1.1. Diseño y planeamiento minero

2.1.1.1. Selección de áreas y Análisis de alternativas de explotación

2.1.1.2. Geometría de la explotación

2.1.1.3. Diseño de vías de acceso

2.1.1.4. Relación de descapote

2.1.1.5. Disposición y manejo de estériles, rechazos y colas

2.1.1.5.1. BOTADEROS DE ESTÉRILES, ESCOMBRERAS O RETROLLENADOS

2.1.1.5.2. DEPÓSITOS O PRESAS DE RELAVE/COLAS

2.1.1.6. Consideraciones geológicas para el diseño minero.

2.1.1.6.1. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

2.1.1.6.2. HIDROGEOLOGÍA, HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

2.1.1.7. Desagüe

2.1.1.8. Plan de producción y vida útil

2.1.1.9. Pérdidas y dilución del mineral

2.1.1.10. Arranque

2.1.1.11. Diseño de perforación y voladura

2.1.1.12. Equipo Minero

2.1.1.13. Ventilación

2.1.1.14. Sostenimiento

2.1.1.15. Servicios mineros

2.1.1.16. Requerimiento de personal

2.1.1.17. Secuenciamiento de la explotación

2.1.2. Seguridad minera

2.1.3. Diseño minero final

2.1.4. Cronograma general

2.2. Factores metalúrgicos o de beneficio

La descripción y análisis de este factor involucra de acuerdo con el mineral objeto de estudio, la caracterización física y/o química del mineral, material o mena, manejo de pulpas (viscosidad y sedimentación), los resultados del estudio de liberación de tamaños, desgaste y demás parámetros de los minerales o materiales a explotar, la proporción de la distribución entre los minerales. Adicionalmente, la descripción de los procesos de reducción de tamaño (trituración primaria y secundaria), especificaciones de los equipos, calidad, granulometría, carga circulante, lavado, molienda, los métodos utilizados en el tratamiento de los precipitados, tipos de carga en la fundición, manejo de escorias, la descripción de la separación selectiva de metales preciosos, manejo y disposición de las colas, clasificación del mineral y concentración, entre otros, de acuerdo con el flujograma incluido.

2.2.1. Restricciones beneficio y/o transformación

2.2.2. Rendimientos del proceso

2.2.3. Manejo de rechazos/colas

2.2.4. Proyección de productos y calidad por año

2.2.5. Requerimiento de equipos e insumos

2.3. Factores de infraestructura

Comprende la descripción y el análisis de la infraestructura existente y la requerida para el desarrollo del proyecto minero (Vías, redes eléctricas, viviendas, escuelas, entre otras). En dicho análisis se consideran las posibles restricciones que se puedan derivar de la presencia de infraestructura en el área de influencia del proyecto.

2.3.1. Construcción y montaje

2.3.1.1. Instalaciones de soporte minero

2.3.1.2. Infraestructura de transporte y embarque e instalaciones asociadas.

2.4. Factores Ambientales

Involucra el análisis de los aspectos ambientales que puedan tener alguna incidencia en la conversión de los recursos minerales a reservas minerales, el diseño de las actividades y obras para disminuir el impacto ambiental del proyecto, el análisis de las disposiciones de la Autoridad Ambiental competente, si el proyecto cuenta o no con viabilidad ambiental, el análisis del uso del suelo respecto de lo establecido en los instrumentos de ordenamiento territorial, entre otras.

2.5. Factor Plan de cierre y Abandono.

En este factor se incluye la descripción de las actividades de cierre y abandono (Estabilidad física, estabilidad química, uso posterior del suelo, desmantelamiento de infraestructura y equipos, manejo y control de agua, de acuerdo con el tipo de yacimiento y las consideraciones del proyecto minero.

2.5.1. Caracterización de las labores mineras y la infraestructura

2.5.2. Criterios del plan de cierre y abandono

2.5.2.1. Estabilidad física

2.5.2.2. Estabilidad química

2.5.2.3. Recuperación geomorfológica y paisajística

2.5.2.4. Criterio social

2.5.3. Tipos de cierre

2.5.4. Actividades post-cierre

2.5.5. Actividades de desmantelamiento

2.5.6. Costos del Plan de Cierre y Abandono

2.5.7. Cronograma de actividades del Plan de Cierre y Abandono

2.6. Factores Sociales

Incluye la descripción detallada y clara de las obras y actividades sociales dirigidas a las comunidades del área de influencia del proyecto, incluyendo los costos asociados y el análisis de su impacto en la estimación de las reservas minerales.

2.7. Factores Legales

En el análisis de este factor se aborda la descripción de los elementos legales relevantes para el proyecto. Esto incluye la duración o vigencia del título minero, que es fundamental para asegurar la legalidad de la operación. También se consideran las servidumbres, en caso de que sean aplicables, que pueden afectar el uso o aprovechamiento de los predios, incluyendo el acceso y tránsito. Además, incluye los compromisos legales que se deben cumplir para el desarrollo del proyecto, ya sea con particulares, empresas, inversionistas o con el estado. La comprensión de estos aspectos legales es crucial para el éxito y la sostenibilidad del proyecto minero.

2.7.1. Vigencia del contrato

2.7.2. Servidumbres

2.8. Factor de estudio de mercado

Este factor incluye un estudio de mercado, basado en datos locales, regionales, nacionales e internacionales, y permite obtener criterios y elementos para determinar las condiciones de comercialización de los minerales de interés económico.

2.9. Factor Financiero

Este factor se centra en la evaluación integral del proyecto, abarcando aspectos clave como los ingresos, costos e inversiones. Es fundamental analizar estos elementos, ya que tienen un impacto directo en la salud financiera del proyecto. A través de esta evaluación, se pueden establecer indicadores de rentabilidad y viabilidad que ayudarán a determinar si el proyecto es sostenible a largo plazo.

2.9.1. Proyecciones e incrementos

2.9.2. Moneda de referencia

2.9.3. Inversiones

2.9.4. Ingresos

2.9.5. Costos

2.9.6. Regalías

2.9.7. Financiación

2.9.8. Costo de capital

2.9.9. Flujo de caja

2.9.10. Evaluación financiera del proyecto

2.9.11. Sensibilidad

2.10. Factor análisis de riesgos.

Incluye el análisis de componentes cruciales en la planificación y ejecución de proyectos mineros; abarca una evaluación exhaustiva de diversos tipos de riesgos, incluyendo técnicos, ambientales, sociales, económicos, legales, políticos y otros riesgos. Además, este análisis no solo se limita a identificar los riesgos, sino que también incluye la formulación de estrategias y acciones para mitigar y gestionar los riesgos identificados. Esto es fundamental para asegurar que la estimación y categorización de las Reservas Minerales sea precisa y confiable, minimizando así las posibles afectaciones al desarrollo del proyecto.

2.11.Otros factores

En caso de identificarse otro u otros factores modificadores que puedan incidir en la conversión de los recursos minerales a reservas minerales, se incluye el análisis de estos, con el fin de establecer los posibles impactos que se pueden suscitar.

3. ESTIMACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE RESERVAS MINERALES

Corresponde a la descripción del proceso sistemático mediante el cual se convierten los recursos minerales indicados y/o medidos en reservas probables y/o probadas. Este proceso se lleva a cabo considerando la aplicación de diversos factores modificadores que son relevantes para el proyecto minero en cuestión. Además, este numeral incluye la descripción de la metodología utilizada para la estimación de las reservas, la distribución de las reservas en el área objeto del documento técnico y la estimación de los volúmenes de las reservas minerales.

3.1. Metodología para la estimación de reservas minerales.

3.2. Análisis e incidencia de los factores modificadores en la estimación y categorización de las Reservas Minerales.

3.3. Estimación de las Reservas Minerales.

3.4. Categorización de las reservas minerales.

4. BIBLIOGRAFÍA

El tomo II finaliza con la relación de la bibliografía utilizada como fuente de información para la elaboración y sustento del documento técnico referido, específicamente el componente de reservas minerales, con el fin de garantizar la trazabilidad, validez y rigor científico de la información presentada. Ejemplos de formatos que se pueden utilizar para la estructuración de la bibliografía: APA (American Psychological Association) para documentos científicos, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) para informes técnicos, o el sistema Vancouver para estudios geológicos y mineros, entre otros.

Las referencias relacionadas en la bibliografía deben contener información completa sobre el autor, el año de publicación, el título del documento, la editorial o entidad responsable, y, en el caso de documentos digitales, el enlace de acceso correspondiente. Las fuentes se pueden clasificar en primarias, que abarcan informes de exploración propios, análisis de laboratorio y datos geofísicos, y secundarias, que incluyen artículos científicos, normativas regulatorias y bases de datos geológicas tanto nacionales como internacionales.