

GESTIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS MINEROS: UN ANÁLISIS A SU VIABILIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL



Autores:

Julio Cesar López Ayala

Goering Octavio Zambrano Cárdenas

Ximena Rashell Cazorla Vinueza

Diego Iván Cajamarca Carrazco

investigacioni2d.com/editorial/



Riobamba, Ecuador

**GESTIÓN Y CONTROL DE
PROYECTOS MINEROS:
UN ANÁLISIS A SU VIABILIDAD
TÉCNICA Y AMBIENTAL**



GESTIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS MINEROS: UN ANÁLISIS A SU VIABILIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL

Julio Cesar López Ayala
Goering Octavio Zambrano Cárdenas
Ximena Rashell Cazorla Vinueza
Diego Iván Cajamarca Carrazco



AUTORES:

Julio Cesar López Ayala

Carrera de Minas, Carrera de Contabilidad y Auditoría. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago. Don Bosco y José Félix Pintado (Detrás del Estadio Tito Navarrete) Macas- Ecuador


julio.lopez@esPOCH.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-8625-1091>

Goering Octavio Zambrano Cárdenas

Carrera de Ingeniería Ambiental. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago. Don Bosco y José Félix Pintado (Detrás del Estadio Tito Navarrete) Macas- Ecuador

goering.zambrano@esPOCH.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0001-6975-8539>

Ximena Rashell Cazorla Vinuesa

Carrera de Ingeniería Ambiental, Carrera de Tecnologías de la Información. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago. Don Bosco y José Félix Pintado (Detrás del Estadio Tito Navarrete) Macas- Ecuador


ximena.cazorla@esPOCH.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0003-1157-8900>

Diego Iván Cajamarca Carrasco

Carrera de Ingeniería Ambiental, Carrera de Zootecnia. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago. Don Bosco y José Félix Pintado (Detrás del Estadio Tito Navarrete) Macas- Ecuador

diego.cajamarca@esPOCH.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0001-6619-0490>

Primera Edición, enero 2022



GESTIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS MINEROS UN ANÁLISIS A SU VIABILIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL

ISBN: 978-9942-8986-7-8

Editado por:

Sello Editorial: © Editorial I2D Investigación, Innovación y Desarrollo
978-9942-8986

ISBN Editorial: © SCALLMO Educación-Formación y Capacitación
Colombia 20-55 y 5 de Junio
Dirección de Publicaciones Científicas
Riobamba, Ecuador
Teléfono: 593 984 992306
Código Postal: EC0600111

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de doble ciego (*peer review*)

Corrección y diseño

Editorial I2D Investigación, Innovación y Desarrollo
Diseñador Gráfico: José Luis Santillán Lima

Diseño, Montaje y producción editorial

Editorial I2D Investigación, Innovación y Desarrollo
Diseñador Gráfico: Santillán Lima, José Luis

Director del equipo editorial

Santillán Lima, Juan Carlos

Coordinador Editorial

Cabezas Heredia, Edmundo Bolívar

Hecho en Ecuador

Made in Ecuador

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	vi
RESUMEN	1
PRÓLOGO	3
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I	7
1 GARANTÍA Y CONTROL DE CALIDAD EN EL MUESTREO DE MINERALES	7
1.1 Aseguramiento de calidad y control de calidad	8
1.2 Implementación de un programa QA / QC	11
1.3 Reserva o recurso	19
1.3.1 Sesgos en CRIRSCO y otros sistemas de clasificación de reservas / recursos minerales	23
1.3.2 Recurso probado, probable, medido, indicado e inferido	24
1.3.3 Las reservas minerales parte o adicionales a los recursos minerales	26
1.4 Problemas comunes con estimaciones de reservas minerales	31
1.4.1 El factor de tonelaje en las estimaciones.....	33
1.4.2 Dilución y deleción	35
1.5 Consideraciones específicas para minerales industriales	38
1.5.1 El Procesamiento de proyectos mineros.....	41

1.5.2	Los mercados económicamente extraíbles.....	43
1.5.3	Determinación de la rentabilidad de una operación de mineral industrial.....	47
	CAPÍTULO 2.....	53
2	PLANIFICACIÓN DE ETAPAS DE VIABILIDAD EN PLANTA DE PROCESAMIENTO DE MINERALES	53
2.1	Estudio preliminar de viabilidad	58
2.2	Organización del proyecto	59
2.3	Descripción de la organización del proyecto	60
2.4	Cualificaciones del personal asignado	61
2.5	Información geológica.....	61
2.5.1	Localización del proyecto	62
2.5.2	Descripción geológica	63
2.5.3	Programa de exploración.....	64
2.5.4	Muestreo y ensayo.....	64
2.5.5	Caracterización física	65
2.6	Minería	66
2.6.1	Método de minería.....	66
2.6.2	Plan de producción y tarifas mineras	67
2.6.3	Interfaz minero-metalúrgico.....	68
2.7	Ensayos metalúrgicos	69
2.7.1	Histórico en pruebas de laboratorio	69
2.8	Criterios metalúrgicos y de proceso	79
2.9	Diagrama de flujo y balance de materiales	80
2.9.1	Infraestructura de planta de proceso.....	83

2.9.2	Eliminación de relaves	84
2.10	Estudio de viabilidad intermedio.....	86
2.10.1	Organización del proyecto	87
2.10.2	Información geológica	89
2.10.3	Minería	92
2.10.4	Ensayos metalúrgicos.....	94
2.10.5	Criterios metalúrgicos y de proceso.....	109
2.10.6	Diagrama de flujo y balance de materiales	111
2.10.7	Infraestructura de planta de proceso	115
2.10.8	Eliminación de relaves	118
2.10.9	Estudio de viabilidad final	122
2.10.10	Organización del proyecto	122
2.11	Minería	128
2.11.1	Ensayos metalúrgicos.....	129
2.11.2	Criterios metalúrgicos y de proceso.....	137
2.11.3	Diagrama de flujo y balance de materiales	137
2.11.4	Infraestructura de planta de proceso	139
2.11.5	Eliminación de relaves	142
CAPÍTULO 3.....		148
3	ANÁLISIS DE MERCADO PARA ESTUDIOS DE VIABILIDAD DE PROPIEDADES MINERALES.....	148
3.1	Definición de mercados y competidores – Etapa 1 ..	149
3.2	Comprender la demanda y la oferta – ETAPA 2	153
3.2.1	Demanda.....	153
3.2.2	Suministro	158

3.2.3	La oferta y la demanda determinan el precio y la cantidad	166
3.3	Evaluación de la estructura del mercado – Etapa 3.....	169
3.4	Competencia perfecta y monopolio.....	173
CAPÍTULO 4.....		178
4	CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES DURANTE LA ETAPA DE VIABILIDAD	178
4.1	Conceptos iniciales para especialistas no ambientales... ..	178
4.2	Viabilidad Preliminar	183
4.2.1	Tipos de estudios de planificación	183
4.2.2	Problemas y percepciones globales.....	184
4.2.3	Prestamistas y responsabilidad de los prestamistas . ..	186
4.2.4	Vinculación	187
4.2.5	Compromiso Corporativo y Calidad	188
4.2.6	Delimitando el proyecto	193
4.2.7	Especificaciones del plan	194
4.2.8	Estimaciones de costos e inicio de obra	198
4.2.9	Especificaciones de solicitud de permiso	201
4.2.10	Planificación de la ruta crítica: la lista de permisos y el cronograma	203
4.3	Consultores ambientales.....	204
4.3.1	Áreas mineralizadas y concentraciones de fondo	206

4.3.2	Mineros artesanales	207
4.3.3	Posiciones de tierras y reclamaciones de propiedad	208
4.3.4	Derechos de propietarios de superficie y arrendamientos de minerales	210
4.4	Proyectos Mineros Internacionales, Tierras, Título y Regulaciones Ambientales	211
4.4.1	Diseñar para la recuperación y el cierre	213
4.4.2	Desarrollo de análisis de impacto ambiental internos	214
4.4.3	Desarrollo de procedimientos internos.....	215
4.4.4	Detalles de la solicitud de permiso.....	216
4.5	Viabilidad final.....	216
4.5.1	Refinar las predicciones de impacto internamente... ..	216
4.5.2	Reevaluar a los oponentes del proyecto	218
4.5.3	Refinar los costos y planes conceptuales de recuperación y cierre	219
4.5.4	Prepare las primeras solicitudes de permiso	220
4.6	Continúe con los permisos de construcción y operación	221
4.6.1	Preparar informes para las agencias de ayuda....	222
4.6.2	Implementar la divulgación pública	224
4.6.3	Conclusiones sobre el estudio de viabilidad final	226
4.7	Sostenibilidad y licencia social para operar	228
4.8	Sustentabilidad	230

4.9	Esfuerzos recientes de la industria minera	232
4.10	Esfuerzos financieros mineros y medio ambiente....	234
5	REFERENCIAS	243
	ACERCA DE LOS AUTORES.....	250
	JULIO CESAR LÓPEZ AYALA	250
	XIMENA RASHELL CAZORLA VINUEZA	251
	GOERING OCTAVIO ZAMBRANO CARDENAS	252
	DIEGO IVÁN CAJAMARCA CARRAZCO	253

RESUMEN

Este libro es producto de la experiencia adquirida durante nuestra vida profesional e investigaciones en la academia sobre minería y ambiente en bienestar de los estudiantes universitarios, docentes y público en general . Lo que constituye una base firme de conceptos e importancia de la ***Gestión y control de proyectos mineros desde una perspectiva al análisis de la viabilidad técnica, económica y ambiental.*** El objetivo principal del texto es presentar de forma clara y precisa la viabilidad de un proyecto minero y su entorno con el ambiente. El libro contiene cuatro capítulos el primero inicia con la **garantía y control de calidad en el muestreo de minerales**, donde se analiza la información del grupo de exploración del proyecto describiendo la fase de muestreo inicial, así como determinar los cálculos y la clasificación de recursos y reservas. Todo esto conlleva a la generación de una planificación de la mina, sea en base una operación superficial o subterránea , detalladas en el segundo capítulo **planificación de etapas de viabilidad en planta de procesamiento de minerales**, el tercer capítulo cubre lo que probablemente sea el elemento menos considerado dentro de un proyecto minero como lo es el **análisis de mercado para estudios de viabilidad de propiedades minerales** y finalmente

en el cuarto capítulo detalla las **consideraciones medioambientales durante la etapa de viabilidad** que analiza metodologías y estrategias utilizadas para cubrir una adecuada viabilidad en la industria minera.

PRÓLOGO

La mayoría de los ingenieros de minerales, geólogos, ambientales, economistas relacionados a la actividad minera analizan en el concepto de estudio de factibilidad como la metodología formal que brinda la información necesaria sobre los datos mineralógicos en bruto de una propiedad, a través del proceso de factibilidad y diseño preliminar, todo el camino hasta el punto en que un análisis económico comparable del proyecto previsto puede demostrar la viabilidad financiera.

Este es probablemente un buen lugar para familiarizar al lector con las diferencias entre el tema principal de *viabilidad y evaluación de propiedades minerales*, y el de *una valoración de propiedades minerales*. Ambos tipos de estudios examinan las variables de propiedad: consideraciones geológicas, mineras, de procesamiento, de comercialización, sociales, ambientales; analizándose cómo afectan la rentabilidad y el valor de la propiedad.

El objetivo de un estudio de factibilidad y evaluación debe ser desplegar el valor de la propiedad mineral no desarrollada o desarrollada para la empresa que está considerando aplicar cambios técnicos y físicos a la propiedad para llevarla a la producción de un producto mineral. El análisis debe determinar el valor actual neto devuelto a la empresa por invertir en estos

cambios y llegar a ese punto de decisión lo antes posible y con la menor cantidad de dinero gastada en el estudio de evaluación.

Este libro tiene como objetivo proporcionar al estudiante una guía de estudio que facilite el conocimiento y aplicación del modelo *Gestión y control de proyectos mineros un análisis a su viabilidad técnica, económica y ambiental*.

Varias personas que han escrito sobre la realización de estudios de factibilidad adecuados han tratado las actividades como un solo proceso continuo, desde el momento en que se identificó el recurso hasta que se pudo tomar una decisión para desarrollar la propiedad.

Este enfoque de un solo paso hacia la viabilidad que conduce directamente al desarrollo a veces puede ser el enfoque correcto con cuerpos de mineral de ley extremadamente alta o si la empresa requiere un desarrollo obligatorio por alguna razón.

Pero el enfoque de un solo paso es muy arriesgado desde un punto de vista técnico. El mismo, representa una contribución interesante, especialmente para estudiantes y profesores en las carreras de Minas y otras carreras en las Universidades y Escuelas Politécnicas, que requieran conocimientos y aplicación de proyectos mineros.

INTRODUCCIÓN

Existen varias razones por las que puede ser necesario realizar una evaluación de un proyecto minero. Supongamos que ustedes, los lectores, son empleados de una gran corporación multinacional de minerales y trabajan dentro de su grupo de desarrollo y evaluación de proyectos, analizándose situaciones desarrolladas en cuatro etapas a continuación sintetizadas.

El capítulo 1 trata todos los aspectos informativos que se debe transferir del grupo de exploración al equipo del proyecto describiendo varios temas relacionados con la determinación de la existencia de un recurso mineral y la discusión sobre los procedimientos de garantía de calidad y control de las muestras. Estos procedimientos son necesarios para demostrar que los datos básicos utilizados en la estimación de recursos o reservas minerales son confiables y repetibles.

Del mismo modo, la selección del sistema de procesamiento de minerales para el proyecto ya sea simplemente trituración y cribado o un proceso de flotación u oxidación / lixiviación en toda regla que se debe utilizar para extraer el mineral valioso, y la valoración de la importancia de las pruebas metalúrgicas se analizan en el capítulo 2.

El capítulo 3 cubre lo que probablemente sea el elemento más dinámico y menos estudiado de todas las fases iniciales del

estudio de viabilidad: el mercado. Se cubren las metodologías y estrategias utilizadas para los diferentes productos básicos de la industria minera. Además, se discute la importancia de construir una serie de costos de productores competitivos y colocar su proyecto en esa sucesión.

Las consideraciones ambientales y de sostenibilidad que deben abordarse durante todas las fases del estudio de factibilidad, así como la forma en que se llevarán a cabo durante los años operativos y hasta el cierre y la recuperación, se analizan en los Capítulos 4, respectivamente.

CAPÍTULO I

1 GARANTÍA Y CONTROL DE CALIDAD EN EL MUESTREO DE MINERALES

Los detalles de la definición de un recurso o reserva mineral en depósitos específicos son aplicados de acuerdo a los sistemas de clasificación del Comité de Normas Internacionales de Informes de Reservas Minerales internacionalmente aceptado CRIRSCO.

El acrónimo CRIRSCO proviene del nombre original, Combined Reserves International Reporting Standards Committee; esta red global consta de organizaciones y miembros que hasta junio de 2017 son:

- Comité Conjunto de Reservas de Mineral (JORC), Australasia
- Comisión Brasileña de Recursos y Reservas (CBRR), Brasil
- Instituto Canadiense de Minería, Metalurgia y Petróleo (CIM), Canadá
- Comisión Minera, Chile
- Consejo Regional Paneuropeo (PERC), Europa
- Asociación KAZRC, Kazajstán
- Asociación Nacional de Recursos Minerales (NAEN),

Rusia

- Comité de Normas SAMCODES (SSC), Sudáfrica
- Sociedad de Minería, Metalurgia y Exploración (SME), Estados Unidos

Los códigos de informes de los miembros de CRIRSCO se utilizan para el financiamiento internacional de empresas mineras. La Tabla 1.1 enumera los documentos de código más comunes para los sistemas de clasificación de recursos y reservas minerales.

Al pasar del tiempo, los geólogos, ingenieros de minas y otras personas que operan en el campo de los minerales han utilizado varios términos para describir y clasificar los recursos minerales.

1.1 Aseguramiento de calidad y control de calidad

El propósito del muestreo es obtener porciones representativas de un depósito mineral que se puedan analizar para una variedad de propósitos, particularmente el contenido (cantidad) y la calidad de los minerales.

Se pueden recopilar propiedades adicionales, como información geotécnica, densidad, facilidad para varios tipos de procesamiento, etc., de al menos algunos tipos de muestras.

Se recolecta una amplia variedad de tipos de muestras

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

(roca, suelo, agua y aire) en el proceso de explorar y delinear los detalles de un depósito mineral y determinar los impactos ambientales potenciales resultante de la explotación del yacimiento.

Tabla 1.1. Documentos del código común en sistemas de clasificación de recursos minerales y reservas minerales.

MIEMBRO DE CRIRSCO ORGANIZACIÓN	PAÍS	DOCUMENTO DE CÓDIGO	TÍTULO ABREVIADO	REFERENCIA
INSTITUTO CANADIENSE DE MINERÍA, METALURGIA Y PETRÓLEO (CIM)	Canadá	Instrumento Nacional 43-101: Normas de divulgación para proyectos minerales	NI 43-101	NI 43-101
RESERVAS CONJUNTAS DE MINERAL COMITÉ (JORC)	Australasia	Código de Australasia para la presentación de informes Código JORC de resultados de exploración, recursos minerales y reservas minerales		JORC 2012
SOCIEDAD DE MINERÍA, METALURGIA Y EXPLORACIÓN (PYME)	Estados Unidos	La Guía para PYMES para reportar información de exploración, recursos minerales y recursos minerales	Guía PYME	PYME 2017
MINERAL SUDAFRICANO VALORACIÓN DE ACTIVOS (SAMVAL)	Sudáfrica	El Código de Sudáfrica para la presentación de informes sobre la valoración de activos minerales	Código SAMVAL	SAMVAL 2016
GRUPO DE TRABAJO MINERAL SUDAFRICANO COMITÉ DE RECURSOS (SAMREC)	Sudáfrica	El código de Sudáfrica para la presentación de informes de resultados de exploración, recursos minerales y reservas minerales	Código SAMREC	SAMREC 2016

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

El enfoque en esta sección analiza los procedimientos empleados para asegurar que las muestras recolectadas y los resultados analíticos obtenidos de las muestras proporcionen datos confiables que se puedan usar para modelar el depósito y estimar los recursos minerales y las reservas minerales dentro de grados aceptables de garantía.

La función de los programas de garantía de calidad y control de calidad, denominados programas QA / QC, este comienza con las primeras muestras tomadas al comienzo de la exploración y continúan durante la vida útil de la propiedad, incluida la etapa de producción para garantizar que los datos de muestreo continúen fiables y repetibles.

Según Roden y Smith (2014) señalan que los dos problemas más comunes en el muestreo de campo son las pérdidas y la división deficiente de la muestra. Las pérdidas dependen del método de muestreo involucrado, pero pueden involucrar polvo, grandes flujos de agua durante la perforación, manejo deficiente en el campo y resistencia o sellos inadecuados en bolsas o contenedores de muestras.

1.2 Implementación de un programa QA / QC

Bloom (2000) estableció varios mecanismos que pueden usarse para monitorear datos de muestra, que incluyen los siguientes métodos:

- Inserción rutinaria de muestras estériles (en blanco) no preparadas
- Envío de rutina de muestras de campo duplicadas
- Inserción de muestras de control
- Reenvío del 5% al 10% de duplicados de preparación de muestras (pulpa de muestra)
- Inserción de muestras de referencia (estándar)
- Aleatorización del número de muestras antes de enviarlas al laboratorio.
- Comparación de tendencias de elementos múltiples para elementos determinados por diferentes procedimientos de laboratorio.
- Comparación de los resultados para el mismo elemento determinado por diferentes métodos.
- Análisis del 5% al 10% de pulpa de muestra en diferentes laboratorios analíticos o un ensayo de árbitro.

Muestras en blanco: son materiales similares a las muestras de campo mineralizadas y que se sabe que contienen cantidades insignificantes o nulas de los minerales o elementos de interés. Las muestras en blanco se envían para verificar los procedimientos de preparación de muestras, así como los procedimientos analíticos.

Si el mineral o elemento de interés se informa en el

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

análisis, entonces se debe prestar atención del por qué ocurrió el resultado anómalo; podría provenir de cualquier paso en el proceso de recolección de muestras a través del análisis o de un etiquetado incorrecto de las muestras durante el proceso.

Muestras de campo duplicadas: son aquellas recolectan al mismo tiempo y en el mismo lugar; por ejemplo, el grupo de muestra reenviadas, brindan información sobre la repetibilidad de los procedimientos de muestreo y análisis (dependiendo de qué pasos se duplican).

Los resultados analíticos de muestras duplicadas deben estar dentro de los límites analíticos aceptados. Si no es así, esto puede indicar un problema con los procedimientos de recolección, preparación y análisis.

Bloom (2000) recomienda que los números de las muestras duplicadas deben estar separados por al menos 20 veces para que las muestras duplicadas se analicen en diferentes lotes en el laboratorio. Al igual que con las muestras en blanco, el número de muestras duplicadas necesarias varía con la confianza en los procesos de muestreo y análisis. Al principio de un proyecto, se necesita un porcentaje más alto, digamos 20%; una vez que se establece la confiabilidad de los procesos de muestreo y análisis, el número de duplicados puede reducirse a uno de cada 20 a 50 muestras.

Abbott (2014) señala que la división del núcleo para obtener muestras de campo duplicadas asume la mineralización uniforme en todo el núcleo. Si no se cumple este supuesto, la división del núcleo no es un método viable para obtener muestras de campo duplicadas y se deben utilizar métodos alternativos el número de duplicados puede reducirse a uno de cada 20 a 50 muestras. Finalmente se debe tener claro el efecto pepita, nombrado por primera vez en estudios de depósitos de oro; este resulta de la falta de homogeneidad dentro de la muestra. Una pepita de oro u otra partícula grande puede representar el contenido total de oro de un gran volumen, por ejemplo, un metro cúbico.

Pero al ser una sola partícula, solo estará presente en una muestra de ese volumen. Cuando se conoce o se sospecha del efecto pepita, se deben emplear métodos de muestreo alternativos, y quizás métodos analíticos, para obtener los resultados analíticos repetibles requeridos para la estimación de recursos y reservas minerales.

Números de muestra aleatorios: son números asignados a las muestras en una secuencia diferente a la que se recolectaron. La aleatorización se utiliza antes de enviar las muestras para la preparación y / o los pasos analíticos y permite la identificación de desviaciones o sesgos en los resultados del muestreo.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

El inconveniente de la aleatorización es el mayor potencial de introducir errores de transcripción y algunos procedimientos de manipulación aumentados. La aleatorización también se realiza mejor en lotes de muestras grandes y donde se aplican etiquetas de números de muestras generadas por computadora que utilizan códigos de barras para identificar las muestras a lo largo del proceso analítico, lo que reduce los errores de transcripción.

Muestras estándar o de referencia: son muestras con cantidades conocidas de los elementos o minerales de interés. Las muestras de referencia o estándar se han preparado cuidadosamente en lotes grandes y completamente homogeneizados, y la repetibilidad analítica y los límites de error analítico se han determinado mediante análisis repetidos realizados por varios laboratorios.

Muestras de control: son similares en que son muestras homogeneizadas con cantidades conocidas de los minerales o elementos de interés, pero han sido preparadas internamente a la empresa o proyecto. Bloom y Titano (1997) recomiendan insertar una muestra de control en cada grupo de muestras de 20 campos.

El programa particular de QA / QC adoptado dependerá de varios factores:

- Etapa de delimitación del depósito (exploración preliminar, exploración avanzada, producción): durante la etapa inicial y

preliminar de exploración, se pueden recolectar muestras individuales para tener una idea del rango de mineralización, aunque las muestras individuales a menudo no son representativas.

- Tipo de minerales presentes en el depósito y su abundancia (metales preciosos y básicos versus carbón versus un mineral industrial).
- Si existe un efecto pepita significativo (gran variación entre muestras tomadas en el mismo lugar).
- El grado en el que es probable que ocurra la contaminación entre muestras sucesivas y que afectará materialmente a los resultados analíticos; esta contaminación sucesiva de la muestra puede ocurrir en la etapa de recolección (por ejemplo, longitudes de compuesto sucesivas en un pozo de perforación rotatorio (particularmente un problema con la perforación rotatoria en depósitos de oro ubicados debajo del nivel freático) o durante el proceso de preparación de la muestra.
- La capacidad de enviar muestras duplicadas, en blanco y de referencia (estándar y / o de control) en una forma que oculta su identidad durante los pasos de preparación y análisis de la muestra que siguen al envío de las muestras duplicadas, en blanco y de referencia; las dificultades incluyen:
- Es posible que no se disponga de muestras duplicadas en los

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

casos en que se envíen núcleos completos como parte del programa de muestreo de rutina; y las muestras de referencia (estándar y / o de control) ya están en (finamente molidas) y en forma para asegurar la homogeneización requerida para crear patrones de referencia útiles.

El programa general de control de calidad debe incluir el uso de diferentes laboratorios para probar la precisión y repetibilidad de los resultados analíticos. Una parte importante de cualquier programa de QA / QC es el seguimiento regular de los resultados. Los gráficos de correlación XY son una protección común y fácil de preparar, aunque marcar las variaciones importantes en las hojas de cálculo es otro medio de verificar los resultados.

Los valores anómalos repetidos proporcionan la justificación para la prueba detallada de los procedimientos con el fin de identificar y corregir el problema que produce los resultados anómalos.

Una vez que se han resuelto los resultados anómalos, Roden y Smith (2014) señalan que la precisión del programa de muestreo se determina fácilmente a partir de las muestras duplicadas con el enfoque de diferencia porcentual media (MPD), que se calcula mediante:

$$\text{Absoluto } (x_1 - X_2) / ((X_1 + X_2) / 2) \times 100$$

(Ecuación 1.1)

Donde x_1 y x_2 son duplicados de la misma muestra. Los resultados de MPD individuales luego se promedian en el rango de muestras similares, lo que proporciona la variabilidad esperada en análisis valor para cualquier muestra similar en la base de datos.

Roden y Smith (2014) afirman: “El análisis estadístico de esta medición de MPD ha demostrado que es una medida extremadamente robusta que se aproxima mucho a la desviación estándar relativa.

Por lo tanto, duplicar este número proporcionará un intervalo de confianza del 95% en torno al valor del ensayo ”.

La figura 2.1 muestra una gráfica de correlación de 455 pares de muestras duplicados. El R_2 coeficiente de correlación para estos pares es 0.9685 y el MPD es 16.2%. Debido a que los datos provienen de un depósito “Mineros S.A.”, el valor de MPD no se considera un problema.

Cuando uno de los pares duplicados reporta 0.0 unidades de ley (ppm, en este caso) y el otro reporta alguna cantidad detectable, el MPD entre las dos muestras puede ser grande. Eliminando esos pares que informaron menos de 1 ppm (muy por debajo de la ley de corte), el MPD de los 379 pares de muestras restantes se redujo al 6,8%.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Bloom y Titaro (1997) estiman que un programa de QA / QC agregaría aproximadamente un 15% a los costos directos de análisis y un 1% a los costos generales del programa de exploración. El valor recibido de este gasto adicional es una garantía de que los resultados analíticos del muestreo, del que dependen todas las estimaciones de recursos y reservas minerales, son fiables.

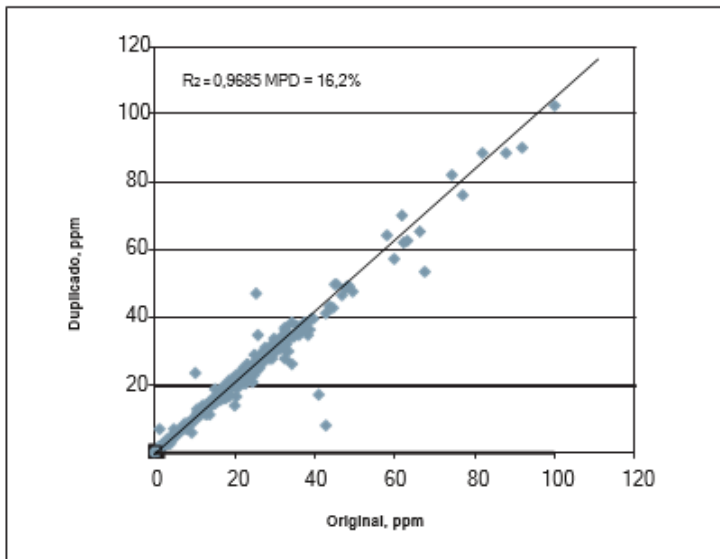


Figura 1.1 Gráfico de correlación de 455 pares de muestras duplicados

Fuente: Mineros S.A.

1.3 Reserva o recurso

El término reserva de mineral se utiliza a menudo, por ejemplo, en el Código JORC (2012). Sin embargo, mineral es mayormente sinónimo de reservas, pero reservas es un término más amplio que incluye productos minerales como el carbón y algunos minerales industriales cuyas porciones económicamente explotables no se denominan generalmente "mineral".

El documento de definiciones estándar de CRIRSCO (2012) define recurso mineral como: una concentración o presencia de material sólido de interés económico en o sobre la corteza terrestre en tal forma, grado o calidad y cantidad que existan perspectivas razonables de una eventual extracción económica.

Esta distinción se señala en la nota a la definición de reserva en la Guía de la industria 7, en divulgaciones de empresas mineras SEC (Securities and Exchange Commission) donde establece que reserva es “la parte de un depósito mineral que podría extraerse o producirse económica y legalmente en el momento de la determinación de la reserva”

Usando la definición de SEC o de la industria minera de reserva mineral, los elementos clave son:

- La parte de un depósito que se puede recuperar y vender (geología, minería e ingeniería de procesos)
- Económicamente (rentablemente) extraíble (mercado)

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

- Extraíble legalmente (título y permisos)

Para los minerales industriales, las cuestiones económicas y legales (permisos) suelen ser mucho más importantes que los aspectos geológicos de un depósito. Esto contrasta con los metales preciosos y básicos, para los que la geología suele ser el mayor riesgo.

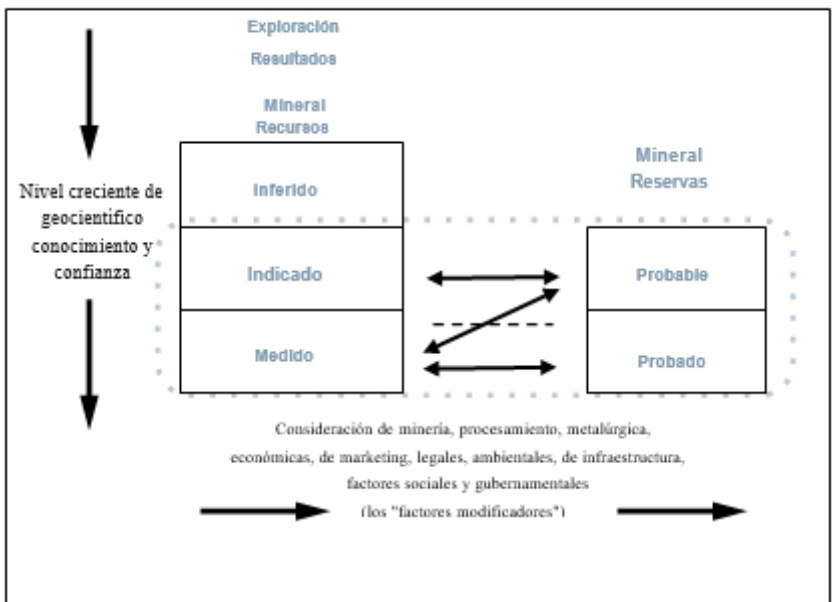


Figura 1.2 Relación general entre información de exploración, recursos minerales y reservas minerales.

Fuente: PYME 2017

La Figura 1.2 ilustra las definiciones estándar de un recurso mineral y sistema de clasificación de reservas minerales. Las reservas minerales o de mena se distinguen de los recursos por "factores modificadores" estos requieren de requisitos

rentables y legales.

La subdivisión de los recursos minerales en las categorías inferidas, indicadas y medidas de las reservas minerales en las categorías probables y probadas según el grado de conocimiento geocientífico y la confianza en las cantidades estimadas.

La ubicación, cantidad, ley o calidad, continuidad y otras características geológicas de un recurso mineral se conocen, estiman o interpretan a partir de pruebas y conocimientos geológicos específicos, incluido el muestreo.

La frase "perspectivas razonables para una eventual extracción económica" no está definida actualmente por CRIRSCO. La Guía PYME (2017) incluye la definición de CRIRSCO en el párrafo 33. Las notas al párrafo 35 establecen.

El término "perspectivas razonables para una eventual extracción económica" implica un juicio (aunque preliminar) de la Persona Competente con respecto a los factores técnicos y económicos que puedan influir en las perspectivas de extracción económica, incluida la minería aproximada parámetros, como dilución, recuperación minera y espesor mínimo de extracción.

En otras palabras, un Recurso Mineral no es un inventario de toda la mineralización perforada o muestreada, independientemente de la ley de corte, las posibles dimensiones mineras, la ubicación o la continuidad; más bien es una

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

estimación realista de la mineralización que, bajo condiciones técnicas y económicas asumidas y justificables, podría llegar a ser económicamente extraíble.

No se pueden incluir las porciones de un depósito que no tienen potencial para una eventual extracción económica, o que contienen cantidades significativas de elementos / minerales nocivos para los cuales no se ha realizado un trabajo de prueba adecuado.

1.3.1 Sesgos en CRIRSCO y otros sistemas de clasificación de reservas / recursos minerales

Existen dos sesgos en el CRIRSCO y otros sistemas de clasificación de recursos minerales y reservas minerales.

- El primero es un sesgo hacia los metales preciosos y básicos que se refleja en la suposición de que se pueden vender todas las onzas troy, libras, etc., del metal. Las ediciones más recientes de los principales sistemas de clasificación de las organizaciones mineras mundiales alivian este sesgo al exigir un debate sobre la comercialización de los productos metálicos y / o minerales producidos.
- El segundo sesgo en el sistema de clasificación es la suposición de que el depósito mineral que se está clasificando se ha explorado y delimitado recientemente. La exploración vendrá primero, seguida de una mayor delimitación geológica

que permitirá la clasificación cada vez más detallada de los recursos minerales.

Existe la suposición inherente de que el depósito se delimitará completamente mediante la perforación de la superficie, lo que permite que un programa informático adecuado diseñe una forma de tajo abierto.

Esto a su vez permitirá una estimación detallada de los costos de minería a medida que se optimizan el número y tamaño de palas, camiones de acarreo, perforadoras, vehículos de apoyo, consumo de explosivos, etc.

Los estudios de procesamiento de minerales se llevarán a cabo a medida que el proceso continúe, al igual que los diversos estudios ambientales y acuerdos de licencia social.

En breve, la delimitación geológica ocurrirá antes de la estimación final de los factores modificadores que deben satisfacerse para convertir los recursos minerales en reservas minerales.

Como resultado, algunos sistemas de clasificación requieren que se hagan estimaciones de recursos minerales antes de estimar las reservas minerales.

1.3.2 Recurso probado, probable, medido, indicado e inferido

Los adjetivos asociados con las reservas minerales, probado, probable y los asociados a los recursos minerales,

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

medido, indicado e inferido, se definen en términos del grado de seguridad geológica, como se ilustra en la Figura 1.2. Los términos demostrado y probable fueron originalmente definidos por Hoover (1909):

- **Mineral probado:** Mineral donde prácticamente no hay riesgo de falla de continuidad.
- **Mineral probable:** Mineral donde existe algún riesgo, pero justificación justificable para el supuesto de continuidad.
- **Mineral prospectivo:** Mineral que no puede incluirse en las clases anteriores, ni conocerse definitivamente o expresarse en términos de tonelaje.

Estas fueron las definiciones utilizadas por la SEC antes de la adopción de las definiciones revisadas ahora en Industry Guide 7 (Abbott 1985, 1999). Como indican las definiciones de Hoover, la diferencia básica entre los adjetivos es el grado en que el muestreo y otros datos apoyan un grado de seguridad geológica con el que se conoce el depósito mineral que se está considerando.

Los códigos de la industria minera (CRIRSCO, SME Guide, JORC Code, etc.) modifican este grado de enfoque de aseguramiento geológico, que es el discriminador básico, al permitir que los recursos minerales medidos sean equivalentes a las reservas minerales probables si los factores modificadores

introducen un nivel suficiente de incertidumbre (ver Figura 2.2).

Por ejemplo, si existe incertidumbre sobre qué tan bien un método de procesamiento propuesto escalará desde el banco hasta el tamaño operativo real, esto puede justificar la conversión de un recurso mineral medido en una reserva mineral probable en lugar de probada.

Las definiciones utilizadas en la guía o código especificado para la jurisdicción para la cual se está redactando un informe (o la seleccionada por el cliente si no se contempla una presentación pública) son las definiciones específicas que se deben utilizar.

La cantidad de muestreo y otra información geológica requerida entre las diversas categorías (por ejemplo, probada y probable) depende del depósito y del análisis e interpretación de esos datos.

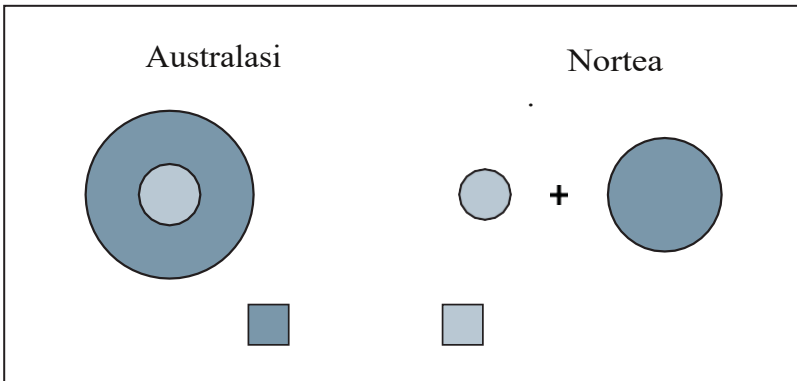
1.3.3 Las reservas minerales parte o adicionales a los recursos minerales

La respuesta a esta pregunta no es tan simple como parece. Sin embargo, conocer la respuesta es muy importante en la clasificación de recursos minerales y reservas minerales (Abbott 1999, 2001). La figura 1.3 ilustra los problemas involucrados desde un punto de vista, las reservas minerales deben formar parte del inventario mineral total, que incluye los recursos minerales

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

asociados.

El párrafo 36 del Código JORC de 2012 establece: “En situaciones en las que se informan las cifras de los recursos minerales y las reservas de mineral, se debe incluir una declaración en el informe que indique claramente si los recursos minerales incluyen o son adicionales al mineral. Reservas ”.



1.3.3.1.1.1.1.1.1 **Figura 1.3** Respuestas de Australasia y América del Norte de reservas minerales como parte o adicionales a los recursos minerales

El problema con este punto de vista es que no reconoce que los recursos minerales son estimaciones de material in situ, mientras que las estimaciones de reservas minerales, en última instancia, son estimaciones de la cantidad de mineral valioso (o sus componentes, como los metales) que se pueden vender. Por lo tanto, las estimaciones de reservas minerales deben ser netas de todas las pérdidas de extracción y procesamiento.

No son estimaciones in situ. Las pérdidas de extracción y procesamiento que deben incluirse en una estimación de reserva

mineral incluyen material de desecho: las zonas estériles, de baja calidad y erosionadas; pérdidas físicas de cinturones, camiones, carga, pilares, etc. material contaminado; y pérdidas de procesamiento.

Debido a que el código JORCC permite la combinación de recursos minerales y reservas minerales, se debe prestar atención a los informes para asegurarse de que se ha seguido el punto de vista de Australasia o América del Norte.

La Figura 1.4 ilustra otra diferencia significativa entre las estimaciones de recursos minerales y las reservas minerales señaladas por Noble (1993). Las estimaciones iniciales del tamaño del depósito aumentan a medida que continúa la perforación, alcanzando un máximo a medida que se delimitan los límites del depósito.

Esto se convierte en la estimación de recursos minerales in situ del tamaño del depósito.

- La columna de la izquierda indica que, a medida de avance de la ingeniería minera, la planificación del procesamiento y las pruebas; tomándose en cuenta que a medida que se imponen restricciones económicas, el tamaño del depósito disminuye.
- La estimación de mina in situ, que se muestra en la columna central, indica la cantidad estimada del depósito

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

total que se puede extraer económicamente.

- La estimación de mayor interés es la del monto recuperable de minerales valiosos, que se muestra en la columna de la derecha. Esta columna es más corta que la cantidad extraíble in situ debido a pérdidas de extracción y procesamiento.

Los tamaños relativos de las tres columnas de la Figura 1.4 variarán de un depósito a otro. Pero el tamaño de las tres columnas siempre disminuirá hacia la derecha.

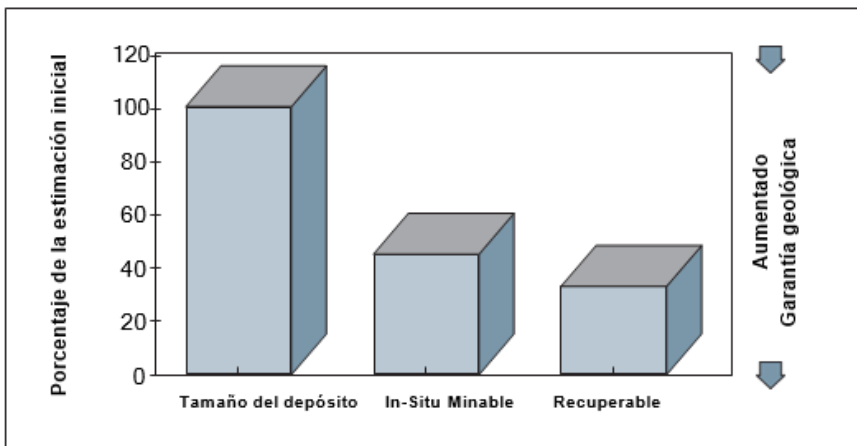


Figura 1.4 Cambios en el tamaño estimado del depósito a medida que se recopila más información.

Fuente: Noble 1993

En la práctica, en asuntos de límites no presentan las dificultades. Aunque hay pruebas que se pueden hacer para determinar la idoneidad de un espaciado de perforación en

particular, los geólogos de exploración experimentados deben tener una idea bastante clara del grado de seguridad asociado con un espaciado de perforación.

El grado de seguridad con un espaciado de perforación en particular puede variar a lo largo del depósito.

Puede haber límites geológicos, como discontinuidades estructurales, que requieran una delimitación más cuidadosa que la requerida para confirmar las características generales del depósito lejos de la discontinuidad. Si bien puede haber diferencias legítimas de opinión profesional. La conciliación de las cantidades estimadas con las realmente producidas proporciona la mejor prueba del método de estimación utilizado.

La Tabla 1.2 presenta los datos de conciliación de la extracción de tres pozos dentro de una propiedad mineral industrial. Los datos provienen de una operación minera que delimitó sus cuerpos minerales desde la superficie utilizando una cuadrícula de 100 pies \times 100 pies.

Después de que se extrajo un espesor sustancial de sobrecarga del mineral, se perforó una rejilla de 25 pies \times 25 pies para el control del mineral. La fila "100 pies / producto real" con ello se compara la cantidad estimada con la cantidad real de producto producido basándose únicamente en la cuadrícula inicial de 100 pies \times 100 pies.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Aunque el método de cálculo utilizado para las estimaciones anteriores fue simple y se realizó con una calculadora manual en lugar de un modelo por computadora, las cantidades estimadas a reales variaron entre los pozos y la precisión de los estimados estuvo dentro de los límites generalmente aceptados.

La variación en la estimación entre los pozos sugiere que las estimaciones estaban mejorando a medida que se adquiría una mayor familiaridad con los cuerpos de mineral a través de la experiencia minera.

Tabla 1.2 Porcentaje de estimación dividido por producción

ESPACIO TALADROS	ENTRE	POZO 1	POZO 2	POZO 3
TONELADAS DE 100 PIES / 25 PIES		92,1%	107,5%	100,5%
PRODUCTO DE 100 PIES / 25 PIES		86,3%	102,2%	96,3%
100 PIES / PRODUCTO REAL		87,7%	-	-

Nota: El espaciado de 100 pies / 25 pies indica que un espaciado de perforación de superficie de 100 pies × 100 pies fue seguido por un control de mineral de 25 pies × 25 pies.

1.4 Problemas comunes con estimaciones de reservas minerales

Prenn (1992) identificó varios problemas comunes con las

estimaciones de reservas, que incluyen lo siguiente:

- **Errores de muestreo.** ¿Son las muestras representativas de la parte del depósito que se está muestreando? ¿Se ha realizado una composición adecuada? ¿Se han realizado las pruebas analíticas apropiadas de propiedades físicas y químicas por laboratorios calificados? ¿Existe un programa apropiado de QA / QC para asegurar que los resultados analíticos sean precisos?
- **Errores geológicos.** ¿El depósito ha sido suficientemente delineado para que no ocurran sorpresas estructurales o estratigráficas? ¿Se han realizado las pruebas de densidad o gravedad específicas adecuadas?
- **Errores de modelado.** ¿Se ha elegido un modelo geológico correcto para el depósito? ¿Se han incorporado en el modelo los límites geológicos relevantes (límites de formación, cambios de fases, fallas, pliegues, límites de propiedad, incluidos retrocesos, etc.)? ¿Se ha verificado la precisión de los datos utilizados en el modelado? ¿Se han construido secciones y mapas geológicos detallados? ¿Se ha utilizado un algoritmo apropiado para establecer áreas de influencia? ¿Se ha probado el modelo? ¿Cómo?
- **Errores de ingeniería.** ¿El tamaño del equipo de minería es apropiado para la cantidad de material que se mueve?

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

¿Se han realizado estudios apropiados de mecánica de rocas? ¿Se pueden escalar las pruebas de banco de procesamiento a flujos de producción sin problemas? ¿Por qué? ¿Se está utilizando un nuevo proceso? ¿Cuál es la base para creer que funcionará? ¿Existen cuellos de botella en las corrientes de minería o procesamiento? ¿Qué se está haciendo para corregirlos?

- **Errores de evaluación de mercado (minerales industriales).** ¿Cómo fue la oferta y la demanda del mercado? ¿estimado? ¿Por qué el producto elaborado podrá penetrar en el mercado? ¿Los clientes potenciales han usado lotes de prueba de producto para determinar si el producto satisfará sus necesidades? ¿Tiene esa entidad el capital de trabajo necesario para que el proyecto se construya, funcione y produzca durante el período de penetración del mercado?

1.4.1 El factor de tonelaje en las estimaciones

El factor de tonelaje, las densidades de las rocas minerales y las rocas de calibre, es un número vital en los cálculos de recursos y reservas minerales.

Este es el valor (en gramos por centímetro cúbico que equivale a toneladas métricas por metro cúbico o pies cúbicos por tonelada corta), que rara vez contiene más de tres dígitos

significativos, que convierte las medidas de volumen en medidas de peso.

Es el valor cuyos dígitos significativos, más que cualquier otro, limitan los dígitos significativos que se pueden usar en las estimaciones (a pesar de la capacidad de las computadoras modernas para calcular con una precisión mucho mayor, pero engañosa). Los errores en la determinación del factor de tonelaje se multiplican por toda la estimación.

Determinar el factor de tonelaje puede ser muy difícil cuando las rocas que se están probando son irregulares y / o contienen arcillas hinchadas, una ocurrencia común para muchos depósitos hidrotermales, o para rocas porosas como depósitos de diatomita o perlita.

Si bien existen varios métodos para calcular el valor del tonelaje, una cantera de mármol, cuyos propietarios de regalías no confiaban en las matemáticas, simplemente tuvo una operación de piedra de dimensión local para dar forma y pulir cuidadosamente un pie cúbico de mármol, que luego podría colocarse en una escala.

Desafortunadamente, esta solución no siempre es factible, aunque quizás debería probarse con más frecuencia de la que es. Las variaciones en el factor de tonelaje a lo largo del depósito complican los cálculos. Por lo tanto, es importante que se

recolecte y analice adecuadamente un número apropiado de muestras para probar el factor de tonelaje.

1.4.2 Dilución y deleción

Dilución resulta de la adición de roca estéril a la corriente de mineral, y supresión es la inclusión de mineral en el flujo de desechos o la no extracción del mineral estimado. Tanto la dilución como la deleción tienen diversas causas.

Una causa principal de dilución y deleción es el carácter del contacto entre el mineral y los desechos. ¿Tiene forma regular (el plano es óptimo) o no (los depósitos de reemplazo pueden tener contactos muy irregulares)? El método de extracción empleado también puede tener un impacto significativo. La unidad minera mínima efectiva es el volumen de material por el cual se toma la decisión de desperdicio de mineral.

Esto puede ser por la carga de la pala o de la pala, pero con frecuencia es más grande, por la ronda explosiva o al menos una ronda explosiva parcial de banco.

En las minas subterráneas, el ancho mínimo de extracción tiene un efecto de dilución significativo. Tanto el espesor de la zona de mineral como su inmersión se combinan con el tamaño del equipo de minería seleccionado para determinar la cantidad de dilución.

Por ejemplo, una zona de mineral vertical con espesor

variable debe diluirse a un ancho mínimo de extracción de 5 pies para un método de extracción y tamaño de máquina en particular. El ancho de la zona de mineral afecta así la ley de corte efectiva, mostrada en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3 Espesor de la zona mineral y ley mínima de ancho de extracción *

ESPESOR DE LA ZONA MINERAL	1 PIE	2 PIES	3 PIES	4 PIES
GRADO DE ANCHO MÍNIMO DE EXTRACCIÓN DE 5 PIES	2 GU	4 GU	6 GU	8 GU

*Asume una ley de mineral constante de 10 unidades de ley (GU). Las unidades de grado son unidades de medida como onzas por tonelada o partes por millón. La unidad específica no es relevante para el ejemplo.

El siguiente cálculo se utiliza en la Tabla 1.3:

(espesor del mineral × grado) / espesor total = grado mínimo de ancho de extracción

(Ecuación 1.2)

De manera más general, el cálculo es un promedio ponderado por la longitud de todas las zonas de mineral y desechos, dividido por el ancho total de las zonas de mineral, más la cantidad restante del ancho mínimo de extracción o el espesor adicional requerido de los desechos que deben extraerse además de la zona mineral.

La Tabla 1.3 demuestra la situación en la que el ancho

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

mínimo de extracción de 5 pies excede el ancho de la zona de mineral (máximo 4 pies).

Suponga que la zona de mineral usada aumenta de ancho a 6 pies y que se requiere una zona de desperdicio de 1 pie en cada lado para lograr el ancho mínimo de extracción. El ancho total es entonces de 8 pies, y el grado mínimo de ancho de minería se convierte en:

$$(6 \text{ pies} \times 10 \text{ GU}) / 8 \text{ pies} = 7.5 \text{ GU}$$

(Ecuación 1.3)

La dilución también es el resultado de factores como la rotura excesiva y la dilución interna. Durante las vacaciones resulta de la explosión de desechos no planificados en un rebaje o en un banco de mineral debido a debilidades estructurales cercanas o el uso de demasiado explosivo.

Dilución interna resulta de la necesidad de minar en anchos mínimos, como se discutió anteriormente, o de la necesidad de minar a través de zonas de baja ley para alcanzar y explotar bolsas de alta ley.

Aunque comúnmente se piensa en la minería subterránea, la dilución interna también puede ocurrir en tajos abiertos caracterizados por distribuciones de ley irregulares y en forma de vainas o contactos irregulares (no planos) entre el mineral y los desechos. Stone y Dunn (2012) proporcionan una buena discusión

sobre la dilución.

1.5 Consideraciones específicas para minerales industriales

El término minerales industriales cubre un grupo muy diverso de minerales utilizados para una variedad extremadamente amplia de procesos. Sobre la base del volumen, peso y valor del producto, los minerales industriales superan a los productos de metales básicos y preciosos.

Las propiedades de minerales industriales recientemente desarrolladas se conocen desde hace años; normalmente no se identifican mediante programas de exploración de base como los que se utilizan para la exploración de metales preciosos y básicos.

La realidad de muchos proyectos de minerales industriales es que la geología del depósito es con frecuencia muy simple, por ejemplo, depósitos estratificados. Como resultado, es posible que no existan los estudios geológicos detallados comunes en las minas de metales preciosos y básicos.

Dados los métodos de cálculo extremadamente simples utilizados para calcular los recursos minerales y las cantidades de reservas minerales, la conciliación de las cantidades y leyes estimadas con la producción real es con frecuencia la única forma de demostrar la precisión de las estimaciones.

Si los datos de conciliación existen y si la conciliación demuestra que las estimaciones son precisas dentro de límites

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

aceptables, la conciliación es la mejor demostración de que el método en uso funciona, como se muestra en la Tabla 1.2. Desafortunadamente, en demasiados casos, no existen datos de conciliación precisos.

La Figura 1.5 muestra un ejemplo de delimitación geológica deficiente de una reserva mineral industrial. Se muestran los contornos del pozo actual y planeado. Los límites geológicos se extienden al inferior justo por debajo del tajo actual y muestra los muros colgantes y de pie de la zona de mineral junto con una zona de borde de muro de pie. Como se puede ver en los límites de las paredes colgantes y de los pies, el depósito ha sido sometido a algunos pliegues.

Si bien no se muestra, hay cierto control de perforación en la sección ilustrada, aunque la perforación no está tan cerca. La estimación de la reserva para la zona de mineral se basó en el uso de un bloque, ilustrado con el bloque gris en la figura.

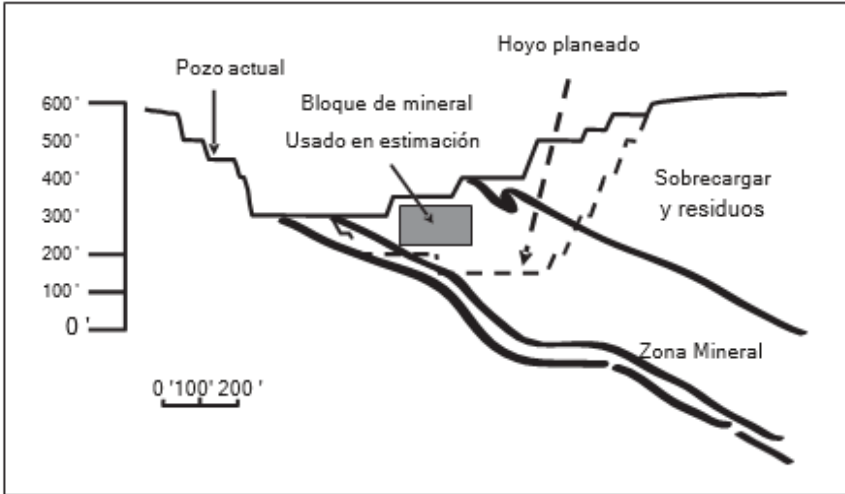


Figura 1.5 Ejemplo de delimitación geológica deficiente de una reserva mineral industrial

Fuente: Reed (2007)

La altura del bloque era la altura del banco y el ancho del bloque perpendicular a la huelga era una cantidad fija. La estimación de la reserva se basó en el número de niveles de banco que quedaban por explotar multiplicado por la longitud del rumbo sobre la que se extraerían los niveles.

Las reservas minerales estimadas basadas en la metodología anterior claramente existían, pero la estimación calculó drásticamente la cantidad de mineral presente. Debido a que el método de estimación crudo utilizado fue suficiente para varias décadas de minería futura, no se consideró una prioridad realizar perforaciones adicionales para estimar con mayor precisión el tamaño de la reserva.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Era una cuestión de "¿por qué hacer más?" La respuesta, al menos en parte, analiza la creciente consolidación del negocio de los minerales industriales en unas pocas empresas públicas grandes, las regulaciones de valores exigen un cumplimiento más estricto del esquema de clasificación de minerales aplicable. Reed (2007) describe métodos modernos de análisis volumétrico y visualización tridimensional de depósitos de minerales industriales.

1.5.1 El Procesamiento de proyectos mineros

El procesamiento en proyectos de minerales industriales es, con raras excepciones, donde el dinero está reflejado. Los costos de capital y operativos de la planta de procesamiento son con frecuencia mucho más altos que los de los equipos de minería y extracción.

Además, el valor de una tonelada de material entregado a la planta de procesamiento es mucho más bajo, a menudo un orden de magnitud o más, que el valor de una tonelada de producto. Sin embargo, los minerales del depósito deben ser adecuados para los métodos de procesamiento empleados.

La falla de los diagramas de flujo del proceso, la falla en la identificación de contaminantes críticos, la falla en la prueba a través de la planta piloto, etc., han llevado a proyectos fallidos.

Además, ¿interfiere un mineral con el procesamiento de

otro? ¿Es adecuada una arcilla para papel o para cerámica? Habiendo tomado esta decisión de rama, la pregunta es: ¿qué cerámicas o qué papeles? ¿Puede una corriente de "residuos" convertirse en un producto vendible?

En algunos casos, estas situaciones son en parte responsables de las complejas pruebas de ramificación de las características físicas y químicas de un depósito de minerales industriales para determinar qué productos potenciales se pueden fabricar a partir del depósito y a qué costo.

El polvo recuperado de la trituración y el dimensionamiento de algunos depósitos de piedra caliza se puede utilizar como enmienda del suelo. Esta prueba requiere muestras más grandes que las que normalmente se recolectan para los depósitos de metales básicos y preciosos.

Las pruebas de minerales industriales requeridas suelen ser mucho más complicadas que los métodos de ensayo utilizados para los metales.

La presencia de incluso pequeñas cantidades de contaminantes puede acabar con un proyecto de minerales industriales. Por ejemplo, las zeolitas fibrosas en un depósito por lo demás rico pueden destruir el potencial económico del depósito porque se consideran asbestiformes.

Así mismo, la presencia de arsénico o mercurio en los

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

depósitos de azufre volcánico puede eliminar sus ventajas económicas. La presencia de finas costuras de halita en un depósito de nahcolita puede resultar en el incumplimiento de la especificación y la pérdida de grandes cantidades de lo que se creía que eran reservas. La contaminación también puede ocurrir debido a malas prácticas mineras.

1.5.2 Los mercados económicamente extraíbles.

Los esquemas de clasificación de reservas minerales suponen que, si se produce una cantidad de metal, se puede vender.

Por lo tanto, la parte económicamente extraíble de la definición de reservas minerales se centra en el análisis de flujo de efectivo que demuestra la rentabilidad.

Si bien estos análisis de flujo de efectivo siguen siendo una parte importante del análisis económico de los minerales industriales, la pregunta más importante es: ¿se puede vender una cantidad de producto? ¿Hay uno o más mercados para el producto elaborado que comprarán el producto de la operación propuesta? Estas ventas no pueden asumirse para la mayoría de los minerales industriales.

El personal de ingeniería de la SEC ha tomado la posición en cartas de comentarios de que para que una operación minera industrial afirme que existen reservas, la operación debe tener un

historial sostenido de producción rentable o tener contratos de venta firmes para comprar el producto que se producirá.

Los bancos adoptan una posición similar al decidir si financian la construcción de una operación minera industrial. A diferencia de los mercados de metales preciosos y básicos, los consumidores de minerales industriales tienden a representar mercados en etapa final o casi final.

La estructura del mercado de cualquier mineral industrial en particular se basa en el mercado competitivo del producto de uso final. Las características comunes de los mercados de productos minerales industriales incluyen las siguientes:

Alta concentración de productores. Generalmente, solo unas pocas empresas bien financiadas pueden competir en el mercado por un producto en particular.

Incluso los negocios de agregados y arena y grava, que durante mucho tiempo han sido el principal ejemplo de pequeñas empresas familiares, están cada vez más dominados por unas pocas empresas que operan internacionalmente. Por tanto, cada mercado está dominado por un monopolio u oligopolio.

Sin monopsonios ni oligopsonios. Hay sólo uno o unos pocos consumidores del producto mineral industrial, al menos en términos de los principales mercados de minerales industriales.

Reconocimiento y fortaleza de la marca. Los

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

productores de minerales industriales se esfuerzan por lograr estas características para establecer y mantener mercados particulares. La marca de bicarbonato de sodio Arm & Hammer de Castle & Cooke es un ejemplo particularmente bueno. Otro ejemplo es la diatomita de World Minerals (ahora parte de Imerys) que vende bajo la marca Celite.

Desarrollo de producto según las necesidades del cliente. La asistencia técnica, ventas Los departamentos de servicio y de investigación y desarrollo (I + D) de la empresa pueden definir la participación de mercado identificando las necesidades particulares de los clientes y desarrollando un producto que cumpla con las especificaciones requeridas. Las diferencias entre muchos productos pueden ser muy leves, aunque estas diferencias pueden ser críticas para el cliente.

Mercados combinados. Dado que ciertos productos se pueden combinar, muchas empresas exitosas persiguen proyectos de minerales que atienden mercados similares (por ejemplo, minerales de construcción).

Secretos de la empresa. Dado que la misma empresa matriz puede producir diferentes productos minerales industriales que compiten entre sí, el secreto dentro de la empresa puede ser tan estricto como el secreto fuera de la empresa. Los consultores de estas empresas deben ser sensibles en esta área.

Tener la capacidad de producir productos básicos de alta calidad no necesariamente resulta en ventas. Los esfuerzos de ventas pueden fallar debido a:

- Falta de clientes
- Precio total entregado (producto de costo más transporte al usuario),
- Falta de historia de la empresa (el problema de la marca),
- Falta de asistencia técnica brindada al cliente, y
- Falta de comprensión de las especificaciones del producto.

Las estrategias de marketing y ventas de minerales industriales, como las de marketing de cualquier producto, tienen aspectos de corto, mediano y largo plazo.

Las estrategias a corto plazo abordan las necesidades inmediatas del cliente (por ejemplo, pedidos únicos y se centran en aspectos como la calidad del producto, las especificaciones técnicas del producto, la capacidad de entrega del producto, el precio del producto entregado y la superación de la competencia de productos similares).

Las estrategias a mediano plazo se basan en ofertas competitivas y desempeño histórico (por ejemplo, ofertas agregadas para la construcción de carreteras).

Las estrategias a largo plazo se establecen convirtiéndose en cuasi socios con el consumidor, no solo suministrando

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

productos con una calidad confiable que cumpla con las especificaciones técnicas del cliente, los requisitos de capacidad de entrega y el precio, sino también trabajando en esfuerzos combinados de I + D enfocados en mejorar los productos existentes o desarrollando otros nuevos.

Estos productos nuevos o mejorados, ya sean desarrollados en asociaciones con clientes o no, pueden proporcionar una competencia de productos nuevos o mejorados. La consistencia corporativa y la longevidad que brindan el soporte técnico y el servicio necesarios, evitan constantemente los problemas de impureza o contaminación y, posiblemente, la sustitución de productos también fomenta las relaciones a largo plazo.

1.5.3 Determinación de la rentabilidad de una operación de mineral industrial

Determinar la rentabilidad de una operación minera industrial, un requisito para determinar que existen reservas, parece ser un ejercicio muy complicado por dos razones principales.

Primero, uno o unos pocos tipos de crudo se mezclan en diferentes proporciones y se encaminan a través de una variedad de pasos de procesamiento que dan como resultado la producción de muchos productos.

Estos productos pueden diferir en especificaciones

químicas y / o físicas. Además, se puede fabricar un producto de especificación única a partir de diferentes mezclas de los tipos de crudo disponibles (con diferentes costos de procesamiento y pérdidas).

Un producto de especificación única puede enviarse en paquetes para el consumidor, bolsas de 40 o 50 libras, bolsas de varios tamaños, por camión a granel y por vagón a granel. A veces, un producto de especificación única se vende con diferentes marcas a diferentes clientes.

Cada uno de estos muchos productos y opciones de envío se vende por un precio diferente y en cantidades variables. Estas variables se ilustran esquemáticamente en la Figura 1.6.

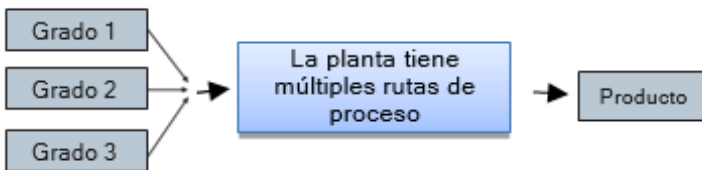


Figura 1.6 Esquema que muestra una instalación de minerales industriales en la que un número limitado de tipos o grados de mineral crudo se procesa en una variedad de productos.

Una segunda complejidad ocurre cuando dos o más de los productos pueden competir entre sí o con productos competidores vendidos por otras partes de la misma empresa matriz.

Por ejemplo, algunos productos de perlita y diatomita

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

pueden competir en los mismos mercados de filtración o relleno. Asimismo, los carbonatos y caolines de calcio molidos de alta calidad y blancura compiten en algunos mercados de rellenos y revestimientos de papel.

Esto conduce a políticas estrictas de secreto corporativo que restringen el acceso a información sobre precios, cantidades y proyecciones del mercado dentro de partes de la misma corporación matriz.

Además, se puede fabricar un producto de especificación única a partir de diferentes mezclas de los tipos de crudo disponibles con diferentes costos de procesamiento y pérdidas.

Algunas operaciones mineras industriales tienen lo que se conoce como crudo “conductor”. Un crudo impulsor es el tipo de crudo cuya cantidad y calidad son tales que su disponibilidad para el procesamiento marca una diferencia significativa o crítica en la viabilidad económica de un proyecto.

Asegurar la disponibilidad del crudo conductor en las cantidades requeridas para la mezcla de productos planificada es una parte fundamental de la planificación y secuenciación de la mina.

La construcción de una matriz que contabilice todas las variables en tipos de crudo, alternativas de flujo de procesamiento, tipos de especificaciones de productos, tipos de

empaque y envío, y precios y cantidades de productos, puede convertirse fácilmente en un ejercicio extremadamente complejo.

La forma más sencilla de cortar este nudo gordiano es examinando la operación en su conjunto. Todos los costos de extracción de los grados crudos y todos los costos de procesamiento y empaque se suman y comparan con los ingresos de todas las ventas de productos.

Incluso cuando los precios y volúmenes de productos particulares varían con el tiempo, si la operación combinada es rentable durante un período sostenido, se demuestra la rentabilidad de la operación y los tipos y cantidades de mineral crudo adecuadamente delineados pueden clasificarse como reservas minerales.

La ocurrencia de un año no rentable ocasional es aceptable si la suma acumulada de ganancias y pérdidas durante un período razonable de años es rentable.

El precio de los minerales industriales, debido a la naturaleza de especificación química y / o física de los productos minerales industriales, los precios son significativamente menos volátiles que los de los metales preciosos y básicos.

Para muchas materias primas minerales industriales, los precios han tenido un crecimiento casi constante, comúnmente de 1% a 3% por año durante varios años. Para muchos productos

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

minerales industriales, cuando se administran correctamente, los rendimientos son similares a los de una anualidad.

La capacidad de generar ganancias más altas de lo normal tiende a ser específica del proyecto y / o producto y no relacionada con el precio de la industria. Los múltiplos de las empresas públicas tienden a oscilar entre 10 y 15 veces las ganancias.

Finalmente se debe recordarse que un depósito mineral no es un yacimiento. Un yacimiento es una reserva mineral. Un depósito mineral puede contener o no reservas minerales o mena; contendrá material que no se puede extraer por diversas razones de ingeniería, como pilares en una mina subterránea, y material que no se puede extraer, procesar y vender económicamente.

En el gran alcance de la evaluación de proyectos de minerales industriales, la geología es importante, pero los permisos y, especialmente, el marketing es más importantes.

CAPÍTULO 2

2 PLANIFICACIÓN DE ETAPAS DE VIABILIDAD EN PLANTA DE PROCESAMIENTO DE MINERALES

La clave para la extracción de minerales y metales de sus menas es la base geológica y mineralógica de su descubrimiento. Con la identificación y caracterización adecuadas de los tipos de minerales potenciales que se encuentran en un cuerpo mineralizado, los métodos de extracción metalúrgica y el diseño de la planta de proceso pueden proceder con diversos grados de confiabilidad.

En las primeras etapas del desarrollo del proyecto minero, es decir, estudio preliminar de factibilidad, los datos geológicos, minerales y mineros pueden ser imprecisos y necesitar de datos adecuados en cuanto a representación. Sin embargo, el ingeniero minas debe planificar las técnicas de extracción apropiadas para obtener un nivel de confiabilidad de los datos, conociéndose que el eventual yacimiento puede tener poca semejanza con su caracterización original.

La información de ingeniería y diseño utilizada en el establecimiento de la metalurgia y el diseño de la planta de proceso puede ser simple o compleja, económica o

extremadamente costosa y bien establecida o de alta tecnología. Los términos entregados en la Tabla 2.1 son utilizados en transcurso del tiempo e indican al inversionista las distintas fases del estudio de factibilidad han sido completadas en relación a la ingeniería del proyecto minero, por lo tanto, representa la precisión al rendimiento previsto. Los términos de la norma NI 43-101 se han convertido los más utilizados en América del Norte y del Sur al analizar las distintas fases del proyecto minero.

Independientemente de la etapa relativa de desarrollo del proyecto, los componentes básicos del esfuerzo de diseño metalúrgico y de la planta permanecen constantes. Solo cambian la confiabilidad de los datos y niveles de confianza asociados.

La génesis o progresión al estudio final de nivel de factibilidad suele estar precedida por estudios en etapas muy tempranas que se identifican típicamente como una factibilidad preliminar, alcance, orden de magnitud, estudio seguido de viabilidad intermedia o estudio prefactibilidad y luego el estudio de viabilidad final adecuada.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Tabla 2.1. Equivalencia de la terminología del estudio de viabilidad

REFERENCIA	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
TAYLOR Año 1977	Preliminar	Intermedio	Factibilidad	
HUSTRULID Y KUCHTA Año 1995	Conceptual	Preliminar	Factibilidad	
BARNES (AUSIMM) Año 1997	Cálculos de recursos	Preliminar Evaluación	La viabilidad	
BARNES (AUSIMM) Año 1997	Preliminar	Indicativo	Definitivo	
BARNES (AUSIMM) Año 1997	Alcance	Prefactibilidad	Financiable	INGENIERÍA BÁSICA
NOORT Y ADAM (AUSIMM) Año 2006	Alcance	Prefactibilidad	Definitivo	
BUEY (SME) Año 2011	Preliminar	Intermedio	Final	INGENIERÍA BÁSICA
NI 43-101 Año 2000	Preliminar	Prefactibilidad	Factibilidad	INGENIERÍA BÁSICA
NI 43-101 Año 2011	Evaluación Económica Preliminar	Prefactibilidad	Factibilidad	INGENIERÍA BÁSICA
HICKSON Y OWEN (PYME) Año 2015	ALCANCE	PREFACTIBILIDAD	FACTIBILIDAD	

Los componentes metalúrgicos de todos los estudios de viabilidad incluyen los siguientes títulos o áreas de estudio e influencia. Pueden involucrar declaraciones simples o representar la culminación de pruebas y diseños exhaustivos.

En cualquier caso, cada uno debe ser discutido tan completamente como sugieren los datos en cada uno de los informes que conducen a una decisión final para continuar con un proyecto. Los siguientes son los componentes básicos de un estudio de viabilidad.

- Una descripción geológica del descubrimiento.
- Una descripción del programa de exploración en lo que respecta al muestreo metalúrgico.
- Una breve discusión del plan de minería propuesto y los métodos relacionados con el procesamiento (el plan de minería propuesto se utiliza para programar recuperaciones metalúrgicas y concentrar leyes durante la vigencia del proyecto).
- El protocolo de muestreo y los procedimientos utilizados para establecer la representación.
- Caracterización física de los tipos de mineralización conocidos, incluida la mineralogía, dureza del mineral, gravedad específica, análisis de pantalla, estudios de liberación y propiedades únicas como susceptibilidad

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

magnética, radiactividad, etc.

- El programa de pruebas metalúrgicas, incluidos los estudios de laboratorio y de plantas piloto para establecer las técnicas de trituración, cribado, clasificación, extracción, deshidratación y eliminación de relaves propuestas para los diversos tipos de minerales.
- Las recuperaciones de minerales o metales y los grados de concentrado recomendados para cada tipo de mineralización identificado.
- Los costos operativos asociados con las operaciones de la unidad principal del proceso, incluida la administración del proceso, la ingeniería y otros gastos generales.
- El diagrama de flujo y el balance de materiales recomendados.
- Una evaluación de la infraestructura requerida para apoyar las operaciones de procesamiento.
- Costos de capital para ingeniería de procesos, desarrollo metalúrgico, construcción de plantas, eliminación de relaves e instalaciones de transporte de concentrados o productos.
- Una organización de planta de proceso recomendada, que incluye administración, ingeniería metalúrgica, análisis y control de calidad, operaciones de proceso y mantenimiento de procesos.
- Una descripción de los programas de control de procesos y

mantenimiento, incluida la instrumentación, el control de procesos computarizado, la programación del mantenimiento preventivo, etc.

- Una cuantificación realista de los riesgos técnicos y económicos asociados con los elementos de las operaciones del proceso.

2.1 Estudio preliminar de viabilidad

Un estudio de viabilidad preliminar a menudo se inicia cuando las organizaciones de exploración han tenido cierto éxito en la recopilación de datos suficientes para delinear un recurso mineral. Utilizando las suposiciones sobre el éxito futuro del proyecto se utilizan para generar una visión inicial de la producción esperada y la viabilidad económica del cliente potencial.

Los estudios de este tipo también se utilizan para promover proyectos de expansión o modernización de plantas que no están impulsados por la exploración, aunque podrían serlo.

Los niveles de precisión asociados con los estudios preliminares de viabilidad a menudo se evalúan en el rango de más 50% a menos 30%. En estos niveles, las determinaciones de precisión son una pérdida de esfuerzo. Sería mejor cuantificarlos como desconocidos y asumir que el proyecto es simplemente una

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

buena apuesta técnica o económica con probabilidades bastante altas. Después de descubrir un depósito mineral y analizar los resultados del muestreo inicial, se debe realizar una evaluación económica para determinar si este depósito tiene posibilidades de proyecto viable.

Como prácticamente no se dispone de información, esta evaluación debe hacerse íntegramente sobre supuestos y siendo optimista. Si la economía es insatisfactoria después de utilizar estos supuestos optimistas, entonces lo más prudente es no gastar dinero adicional en exploración al depósito mineral. Los proyectos que no están impulsados por la exploración, sino que incorporan planes de modernización o expansiones pueden cuantificarse de manera similar. Este paso a menudo se denomina "prueba de rastreo" y se puede utilizar para ahorrar un tiempo y un esfuerzo técnico considerables y valiosos.

2.2 Organización del proyecto

El éxito del desarrollo de un proyecto minero es la formación de un equipo multidisciplinario. Es muy probable que el proyecto en su primera fase esté siendo administrado por un explorador si se trata de un nuevo descubrimiento o dentro de los límites de la organización del sitio de la mina. En cualquier caso, es fundamental que las cuatro ramas clave del proyecto tengan un representante asignado para garantizar la fusión de los esfuerzos

ambientales, geológicos, mineros y metalúrgicos.

Es probable que este grupo pueda abordar todas las demás facetas del proyecto potencial en este momento.

2.3 Descripción de la organización del proyecto

Una importante empresa minera tendrá a su disposición los recursos para dotar de personal a un proyecto en todos los niveles, desde el inicio hasta la finalización final. Se puede esperar que la compañía minera establecida asigne personal al proyecto a tiempo completo o parcial para lograr un esfuerzo coordinado entre todas las disciplinas.

Lo importante es que todas las disciplinas estén representadas y que su permanencia en la empresa sea a largo plazo. En la actualidad, es probable que el proyecto esté siendo impulsado por una pequeña empresa de exploración empresarial sin acceso inmediato a personal minero, metalúrgico, ambiental o de estimación de costos.

De esta manera, la gerencia puede mantenerse bien informada del progreso del proyecto dentro de un sin número de informes de todas las disciplinas durante la duración del proyecto. En el caso de una pequeña minera o empresa de con personal limitado, es probable que se elijan consultores externos para guiar el trabajo. Se debe confiar en el líder del proyecto, generalmente un geológico, para que forme relaciones técnicas sólidas con el

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

personal de recursos minerales, minería, metalúrgica, ambiental y económica para obtener un diseño de finalización del proyecto.

2.4 Cualificaciones del personal asignado

El personal identificado como geológicos, mineros, metalúrgicos, ambientales y económicos son técnicos con un profundo conocimiento de la industria de los minerales mismos que permiten tomar decisiones a largo plazo basadas en lo que seguramente será una base de datos limitada.

Estas personas tendrán un historial bien establecido en la realización de proyectos y serán capaces de formular planes de desarrollo de proyectos a largo plazo para alcanzar el siguiente nivel de certeza.

El componente metalúrgico de un estudio de proyecto, sirve al pronóstico y predicciones metalúrgicas significativas siendo el fuerte del ingeniero de procesos quien podrá discernir, en virtud de la experiencia y con un alto grado de certeza, el probable éxito o fracaso de un proyecto en base a lo que puede considerarse como escasos datos.

2.5 Información geológica

El personal de proceso que se enfrenta al desafío de predecir una variedad de resultados probables para un proyecto con una cantidad muy limitada de datos requerirá una

comprensión considerable de sus contrapartes geológicas.

La información geológica, aunque limitada a una pequeña cantidad de muestras, debe confiarse en la información sobre el tipo de mineral, la mineralogía y las características físicas. A partir de esta base de datos limitada, el metalúrgico predecirá posibles diagramas de flujo de tratamiento e intentará estimar los costos operativos y de capital.

El diseño del proceso potencial deberá producir un concentrado que requerirá un procesamiento posterior, el ingeniero metalúrgico examinará los datos de análisis y mineralógicos en busca de pistas sobre posibles contaminantes perjudiciales y oligoelementos que podrían provocar efectos adversos en la metalurgia del proceso y sanciones de fundición.

2.5.1 Localización del proyecto

La ubicación del proyecto arrojará ciertas pistas en cuanto a los parámetros de diseño de los cimientos, como las posibles ubicaciones de los molinos, la disponibilidad de energía, agua y transporte, y la existencia de otras operaciones históricas en el área.

Todos tendrán un uso subjetivo en la elaboración de una predicción válida del rendimiento metalúrgico futuro. Por ejemplo, el flete tanto para el equipo entrante como para la entrega del producto saliente puede convertirse en un

contribuyente enorme a los costos operativos y de capital.

2.5.2 Descripción geológica

La mayoría de los procesos metalúrgicos describen el análisis geológico del proyecto, no obstante, este analiza sobre los resultados metalúrgicos esperados.

Tanto la recuperación de minerales como la calidad del producto se verán afectadas por la fractura y fallas relativas de un recurso. Para aclarar este análisis podemos mencionar, la alteración intensa de la arcilla servirá como una advertencia para aquellos que estén contemplando operaciones tanto de lixiviación en pilas como de flotación.

Como referencia al mineral $(2\text{CaF}_2 \cdot 2\text{Al}(\text{F},\text{OH})_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ en la descripción geológica, se pensaba que existía solo en los estados de Colorado y Kazajstán, el mineral apareció en una lixiviación en pilas de cobre en otros proyectos mineros de cobre en otras partes de Sudamérica.

Este mineral es soluble en ácido y produjo cantidades de flúor a las soluciones de lixiviación, lo que afectó tanto a la mortalidad de las bacterias como a la calidad del cátodo.

Si el mineral, pudiera haberse sido detectado por el metalúrgico o en el mejor de los casos, el geólogo pudo haber avisado a su contraparte en el equipo del proyecto. En el caso

expuesto, el proyecto no llevo a cabo discusiones significativas sobre fallas fatales entre el personal geológico, minero y metalúrgico.

2.5.3 Programa de exploración

El diseño de procesos, el inicio de un programa de exploración será un tiempo de información limitada. Los geólogos estarán más interesados en las toneladas y la calidad en las expectativas del metalúrgico.

Sin embargo, si se mantiene el diálogo, incluso en los primeros días del proyecto, los programas de muestreo y perforación pueden producir resultados que el metalúrgico puede interpretar y pronosticar.

No obstante, el metalúrgico utilizará las pruebas limitadas, generalmente a escala de banco, para proyectar el éxito o la falta del mismo para el proyecto. Si las pruebas indican recuperaciones y calidades del producto muy favorables, el metalúrgico puede ganar confianza en el depósito.

2.5.4 Muestreo y ensayo

Al trabajar con un número limitado de pruebas, el metalúrgico puede sentirse cómodo con la repetibilidad de los ensayos tanto para muestras minerales como para productos de pruebas metalúrgicas.

Si hay suficientes muestras disponibles, el metalúrgico

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

puede trabajar con el geólogo y el ingeniero de minas para seleccionar muestras que representen la totalidad del recurso conocido y utilizar estas muestras de la mejor manera para obtener posibles alternativas de diagrama de flujo para su consideración.

La mayoría de los recursos en el tema económico actual no soportan los costos de tecnología de punta o esquemas de tratamiento complejos. Una buena representación de la muestra, incluso en las primeras etapas de un proyecto, puede evitar futuras fallas en los procesos y un aumento en los costos de las pruebas metalúrgicas.

2.5.5 Caracterización física

Los exploradores incluirán las observaciones del personal de exploración de campo y de mineralogía en su revisión de un recurso potencial. El metalúrgico puede examinar este trabajo y obtener información sobre los posibles requisitos para la liberación de minerales, la recuperación de minerales, las tasas de percolación, los requisitos de reactivos, los requisitos ambientales y la eliminación de relaves.

La capacidad de profundizar en estas observaciones a partir de un informe geológico requiere observaciones detalladas por parte de todo el personal involucrado; comunicaciones de calidad entre el personal minero, metalúrgico, ambiental y

geológico; y una experiencia profunda que produce sabiduría de experiencias pasadas comparables.

2.6 Minería

El ingeniero de procesos o metalúrgico debe confiar en gran medida en los pronósticos del ingeniero de minas desde las primeras etapas del proyecto. Los programas de perforación de exploración serán guiados por el ingeniero de minas y dirigidos por el geólogo. El metalúrgico se basará en ambos para obtener datos fundamentales en los que basar las predicciones de recuperación, calidad de producto y costos. El nivel de desarrollo del proyecto es la suma de varias opiniones profesionales lo que proporciona la base para una decisión de proceder.

2.6.1 Método de minería

La elección del método de minería a futuro por parte de la ingeniería proporcionará una serie de límites al campo y del metalúrgico. En la mayoría de los casos, un desarrollo subterráneo proporcionará un tonelaje de mineral limitado para tratar (es decir, menos de 10 000 stpd toneladas cortas por día; roca de menor tamaño entregada al circuito de trituración; leyes de mineral más altas; y una abundancia de contaminantes, incluido el petróleo, agua de mina contaminada, restos de voladuras, acero, hormigón y madera).

Todos los contaminantes obstaculizarán, de una forma u

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

otra, el funcionamiento eficaz de la mayoría de los circuitos de los molinos y como mínimo, contribuirán a un aumento de los costos de capital y operativos. En la mayoría de las operaciones subterráneas, la mina aplazará al molino en alcanzar los niveles máximos de producción y requerirá un alto nivel de planificación y ejecución para mantener tasas de rendimiento uniformes.

Las operaciones a cielo abierto producirán tasas de rendimiento más altas, rocas de mayor tamaño, cantidades más pequeñas de contaminantes, leyes de mineral más bajas, retrasos inducidos por el clima y contenidos de humedad más variables. Las operaciones de minería a cielo abierto generalmente son capaces de superar al molino y llegarán a los niveles de operaciones proyectados mucho más rápido.

2.6.2 Plan de producción y tarifas mineras

En un proyecto de etapa inicial, el ingeniero de minas producirá un programa de producción de "mejor estimación" para el recurso, tal como se conoce en ese momento.

El plan anual probablemente asumirá una ley de mineral uniforme para el molino sin influencias externas en las tasas de tonelaje de producción. El metalúrgico basará la producción anual del proyecto en el plan de producción y la tasa de extracción y ajustará el diagrama de flujo y las estrategias de entrega del producto en consecuencia.

Los proyectos de desarrollo subterráneo, particularmente los depósitos de tipo veta, tienden a diseñarse a niveles efectivamente altos durante las etapas preliminares de un proyecto. Esto se debe al costo inherente alto de la minería subterránea y al intento de mitigar esos costos más altos aumentando el divisor de tonelaje. Una excepción es cuando se espera que la mina encuentre grandes entradas de agua.

Las operaciones a cielo abierto generalmente comienzan a un nivel bastante realista y luego se escalan para aprovechar las unidades de equipo más grandes disponibles. En cualquier caso, Es en este momento cuando la comunicación entre los colaboradores del proyecto es fundamental. Tener una capacidad de molienda de 50,000 stpd y una tasa de extracción de 10,000 stpd es improductivo.

2.6.3 Interfaz minero-metalúrgico

La interfaz entre ingeniero de minas e ingeniero metalúrgico es natural. En su mayor parte, las dos disciplinas comparten un trabajo de curso considerable en su capacitación, hablan el mismo lenguaje técnico y pueden estar involucrados con el proyecto en su diseño, construcción, puesta en marcha y operación. El geólogo de exploración, por otro lado, debe ser transferido a otra empresa de exploración y ser reemplazado por un geólogo de minas con experiencia para recibir asesoramiento

experto en geología de minas.

2.7 Ensayos metalúrgicos

En esta etapa de un proyecto, se debe suponer que existe una cierta cantidad de muestras, ya sea de muestreo a granel o de perforación, a partir de las cuales se puede obtener una visión metalúrgica de un proyecto. En algunos casos, el metalúrgico se enfrentará al reinicio de una operación de parada y tendrá una gran experiencia de la que sacar provecho. El desafío para el ingeniero metalúrgico es utilizar las muestras disponibles de la mejor manera.

Esto significa evaluar cuidadosamente las aportaciones del geólogo, el ingeniero de minas y el ingeniero ambiental; tomar una decisión subjetiva sobre lo que probablemente funcionará; y luego diseñar un pequeño programa de prueba que proporcionará pistas sobre el futuro diagrama de flujo y expondrá tantas "áreas problemáticas" como sea posible.

2.7.1 *Histórico en pruebas de laboratorio*

A menos que el proyecto implique un cambio en una operación existente, un reinicio de las operaciones o un desarrollo dentro de un distrito, se efectuara un registro histórico en el cual confiar al hacer pronósticos en las primeras etapas del proyecto. La experiencia y recomendaciones del personal geológico, minero y ambiental asignado al proyecto involucran una serie de pasos

considerados:

Muestreo y ensayo. Si se dispone de registros históricos, el metalúrgico debe tratar de determinar su aplicabilidad al recurso potencial que se está estudiando y sopesar las predicciones de la representación de la muestra en aquellas áreas que pueden considerarse con seguridad como al menos similares al recurso actual.

Transformación. En esta etapa del proyecto, los registros históricos y de lugar se pueden utilizar con ventaja para ajustar los parámetros metalúrgicos. Las áreas mineralizadas grandes y homogéneas, como las caracterizadas por ciertas formaciones de mineral de hierro, piedra caliza, etc., generalmente pueden confiarse para que el metalúrgico tenga una estimación bastante buena de las condiciones de trituración y molienda y los pasos necesarios para alcanzar el tamaño óptimo.

Los proyectos totalmente nuevos son muy vulnerables a estimaciones deficientes en esta etapa del proyecto. Se requiere una fuerte colaboración entre el geólogo, el ingeniero de minas y el metalúrgico para llegar a aproximaciones de la capacidad de trituración de los recursos. La gran aportación de capital y costos operativos de los circuitos de trituración exige un poco de pesimismo.

También es importante recordar que la revisión de datos

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

históricos se verá atenuada por pruebas efectivas y sirve como un buen punto de referencia para juzgar la eficacia del trabajo actual.

Cribado y clasificación. Ciertos minerales problemáticos tienen un historial de preservar su característica Si las operaciones históricas estuvieron plagadas de minerales húmedos y pegajosos o generaron muy poco tamaño insuficiente, el metalúrgico puede asumir que el proyecto se verá afectado por los mismos problemas.

No se debe ignorar el efecto del clima y su impacto histórico en las operaciones de detección en particular. Ciertas operaciones de concentrados ubicadas en ambientes semiáridos han experimentado todas las pruebas de una operación ubicada en una selva tropical.

Técnicas extractivas. Si las operaciones preexistentes usaban flotación o si un distrito está poblado con molinos de flotación, se puede asumir que el proyecto en estudio probablemente será el mismo. Una excepción notable a esta afirmación es el perfil cambiante de la industria del oro.

Las operaciones históricas de oro que dependían de la concentración por gravedad, la flotación o la cianuración directa ahora pueden ser económicas como proyectos de lixiviación en pilas de baja ley. También es bastante probable que la técnica de extracción propuesta hoy sea una combinación de todos los

métodos mencionados anteriormente.

Deshidratación. Los registros de filtración y espesamiento son útiles en la planificación de adaptaciones de diagramas de flujo para manejar minerales problemáticos. Lo más probable es que esta área tenga la menor cantidad de la información colectiva y el metalúrgico necesitarán utilizar la experiencia y el trabajo de prueba actual limitado para prepararse para la deshidratación.

Grado de concentrado. El registro histórico, si está disponible, puede resultar invaluable en este caso, las pruebas contemporáneas se limitarán a muy pocas pruebas, y la experiencia operativa o del distrito sólida es invaluable. Los minerales locales contienen niveles extraordinarios de arsénico u otros elementos de penalización de fundición, el metalúrgico debe asumir "mala suerte" y diseñar en consecuencia.

Recuperación. La misma discusión de la evidencia histórica generada para el grado de concentrado se puede hacer para la recuperación. Los problemas históricos de recuperación probablemente no hayan desaparecido y deberán abordarse hoy.

Una vez más, las comparaciones de registros históricos con pruebas contemporáneas pueden revelar cambios o simplemente causar confusión. En cualquier caso, el metalúrgico debe utilizar los datos históricos para enmarcar sus predicciones y pronósticos del día actual.

Reactivos y consumibles. Las tasas reales de consumo de reactivos y consumibles de la planta son invaluable para formar la base de las predicciones actuales. El ingeniero metalúrgico puede beneficiarse del trabajo histórico utilizando la experiencia para proporcionar el conjunto inicial de productos químicos propuestos para las pruebas actuales.

Pruebas históricas de plantas piloto

Es probable que la existencia de resultados históricos de plantas piloto sea problemática. Sin embargo, el proyecto actual puede haber sido sometido a pruebas piloto por un propietario anterior o incluso por otra generación de empleados de la empresa actual. Dadas las garantías adecuadas de representación de la muestra, los resultados serían invaluable para reforzar la validez de un estudio de proyecto en una etapa temprana.

Si los resultados de la planta piloto están disponibles, el metalúrgico puede usarlos para confirmar sospechas sobre un probable diagrama de flujo; estimar el consumo de energía, acero de desgaste y reactivos; y obtener una corrección razonable en la recuperación y el grado de concentrado mineral.

Ensayos de laboratorio contemporáneos

Los proyectos en este nivel de desarrollo buscan financiación de una empresa matriz o de patrocinadores financieros de una empresa de exploración empresarial.

Los resultados se utilizan como justificación para gastar más dinero en exploración y desarrollo y no para continuar con el diseño y la construcción. Con ese fin, se espera que el metalúrgico sea realistamente optimista, teniendo en cuenta que se puede ganar o ahorrar dinero con un informe negativo o positivo.

La oportunidad de realizar pruebas metalúrgicas se limitará a una pequeña cantidad de muestras o intersecciones de perforaciones, y el metalúrgico estará principalmente preocupado por el trabajo que representa el recurso tal como se conoce actualmente y no la reserva de mineral completamente desarrollada en una fecha futura.

La clave nuevamente es el trabajo en equipo, el metalúrgico, el geólogo y el ingeniero de minas obtienen la mejor muestra posible para el trabajo metalúrgico. Si se han reconocido diferentes tipos de minerales, deben probarse de forma independiente antes de la composición.

Es probable que las pruebas se limiten a pruebas de laboratorio de ciclo abierto y de ciclo cerrado para determinar el consumo de reactivo, las condiciones del proceso, el grado de concentración y la recuperación. Si el metalúrgico, el trabajo de prueba es marginal o deficiente, puede ser un indicio de que no se gastará más dinero en perforaciones hasta que se identifiquen y

posiblemente se solucionen las causas de tales problemas.

Muestreo y ensayo. El metalúrgico tiene la oportunidad de participar en la selección y ensamblaje de muestras para pruebas de laboratorio. Con este fin, es mejor asegurarse de que se obtenga la muestra más representativa posible y que el número limitado de pruebas arroje resultados que puedan usarse para estimaciones globales del posible rendimiento de la planta.

El metalúrgico debe confiar en el geólogo para garantizar la calidad de las técnicas de muestreo y análisis, de modo que las pruebas metalúrgicas completadas tengan un equilibrio significativo de metales y materiales.

Transformación en polvo

Es muy poco probable que se disponga de tiempo suficiente para realizar pruebas de trituración detalladas. Si se dispone de muestras y tiempo, se pueden realizar pruebas de triturabilidad. En la mayoría de los casos, el metalúrgico colaborará con el geólogo y el ingeniero de minas para evaluar la calidad de la roca y los probables requisitos de trituración y trituración. También estarán disponibles los exámenes mineralógicos de primer paso de las filmaciones de los pozos de perforación.

Si la realiza un mineralogista calificado, la revisión de mineralogía incluirá información sobre fragmentación,

mineralización, tamaño de liberación, presencia de metales libres, niveles de alteración de arcilla, etc. Utilizando la experiencia y la información proporcionada por otros miembros del equipo, el metalúrgico puede hacer una proyección educada de los requisitos de trituración y trituración.

Cribado y clasificación

No se realizarán pruebas especiales de detección o clasificación. La excepción es el análisis fraccional de productos de cabeza, concentrados y relaves de las pruebas metalúrgicas. La información mineralógica, en particular sobre la fracturación y la alteración de la arcilla, puede dar al metalúrgico un aviso sobre posibles problemas de cribado. En este punto del proyecto, se supondrá que los circuitos de clasificación no presentan problemas.

Técnicas extractivas

Ahora el metalúrgico debe controlar de cerca las pruebas. Dados los presupuestos, las muestras y el tiempo limitados, existe poco espacio para la investigación. Esto se menciona solo para protegerse contra la propensión de algunas instalaciones de pruebas industriales a probar cada operación unitaria conocida por el procesamiento de minerales simplemente para llegar a la única conclusión práctica que estaba disponible al inicio del proyecto.

La diferenciación de la separación por gravedad, la

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

separación magnética, la flotación y la lixiviación como técnicas de proceso suele ser bastante clara al principio del trabajo del proyecto. Es divertido y un poco aterrador observar los fondos limitados del proyecto que se gastan en la concentración por gravedad de minerales de pórfido de cobre con leyes de cabeza de menos del 1%, sin embargo, sucede con frecuencia.

Es más importante que el número limitado de pruebas se diseñe para proporcionar la máxima cantidad de información. Las recuperaciones favorables de minerales o metales, junto con una calidad de concentrado inicialmente alta, proporcionan una base adecuada para los pronósticos metalúrgicos requeridos en este nivel de estudio.

Deshidratación

Las pruebas de filtración y espesamiento generalmente no se ejecutarán en esta etapa de un proyecto. Las pistas sobre el espesamiento del concentrado y los relaves generalmente surgirán de las pruebas de laboratorio. Estas pistas, junto con la experiencia del metalúrgico, tendrán que ser suficientes para la selección del proceso de diseño de cimientos en este momento.

Grado de concentrado

Los concentrados elaborados a partir de pruebas de laboratorio deben enviarse para un estudio completo utilizando plasma acoplado inductivamente. Los resultados darán una

indicación temprana de la probable disposición de las fundiciones a tomar el material y proporcionarán una base para estimar los términos, las cuentas por pagar y el flete de la fundición. Esta es probablemente el área que más se pasa por alto en un informe de etapa inicial.

Aunque no se dispone de estimaciones finales, el equipo del proyecto y la dirección necesitan para recibir alertas sobre posibles problemas que podrían revelarse más adelante. Más de un proyecto ha terminado abruptamente debido a un problema de arsénico, flúor o insolubilidad que se pasó por alto.

Recuperación

Es muy probable que solo unas pocas pruebas estén disponibles para usar en la evaluación. Los análisis de relaves consistentemente bajos (altas recuperaciones) suelen ser una buena señal de un probable éxito del proyecto. Los resultados mixtos exigen más trabajo antes de avanzar en el proyecto. Simplemente decir o asumir que los problemas metalúrgicos pueden solucionarse es una tontería.

Se han desarrollado muchos proyectos en la industria de los minerales que fracasaron como operación debido a las proyecciones de recuperación de minerales demasiado optimistas en los estudios de factibilidad. Las pruebas de ciclo bloqueado, que confirman las proyecciones de las pruebas de ciclo abierto,

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

son particularmente útiles para predecir el desempeño futuro del molino.

Decidir cómo incluir los valores asignados a los productos intermedios es el fuerte de un metalúrgico con experiencia. Por lo general, es razonable suponer que las pruebas de ciclo cerrado mejorarán sobre las pruebas de ciclo abierto y que los resultados de la planta piloto y del molino superarán los resultados de laboratorio.

Los molinos que confunden a sus diseñadores y operadores con un rendimiento deficiente generalmente tienen problemas secundarios, como una representación deficiente de la muestra. la aplicación de una "tecnología de vanguardia" mal entendida, la reología de la lechada, etc.

Reactivos y consumibles

El número limitado de oportunidades de prueba también exigirá que el conjunto de reactivos inicial sea funcional, no óptimo, sino funcional.

2.8 Criterios metalúrgicos y de proceso

El estudio preliminar de factibilidad (orden de magnitud o alcance) se utilizará para proporcionar la base para un diagrama de flujo y un balance de materiales propuestos y para respaldar una estimación del costo de capital y los costos operativos de la planta.

Una vez más, se pueden utilizar datos limitados en manos de un ingeniero experimentado para formar una visión de cómo puede ser una operación potencial y cuáles pueden ser sus posibles beneficios. Se espera que el ingeniero de procesos llegue a conclusiones razonables para cada uno de los siguientes parámetros, dependiendo del tipo de recurso en estudio:

- Recuperación
- Grado concentrado
- Tiempos de residencia del proceso
- Índice de abrasión
- Molienda
- Susceptibilidad magnética
- Consumo de reactivo
- Requerimiento de agua
- Requisito de energía eléctrica
- Desgaste el consumo de acero
- Concentrar la humedad
- Gravedad específica del mineral
- Tasas de evaporación

2.9 Diagrama de flujo y balance de materiales

En esta etapa del desarrollo del proyecto, el diagrama de flujo y el balance de materiales serán de naturaleza muy general.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

El diagrama de flujo por lo general consistirá en un diagrama de bloques con ciertos equipos importantes anotados.

Cuanto más pensamiento y detalle pueda incorporar el ingeniero de procesos en esta parte del estudio, más dirigido será el trabajo futuro. Por ejemplo, si se requiere una tubería de 200 km (124 mi) para suministrar agua al proyecto o para transportar concentrados a un puerto. El diagrama de flujo, aunque conceptual, se parecerá muy a menudo a la versión final.

La inclusión de tanta visión de futuro como sea posible servirá para sentar las bases para planificar y completar las pruebas metalúrgicas y de laboratorio en las etapas avanzadas del proyecto. La figura 2.1 es un ejemplo parcial de la forma que puede adoptar un diagrama de flujo preliminar.

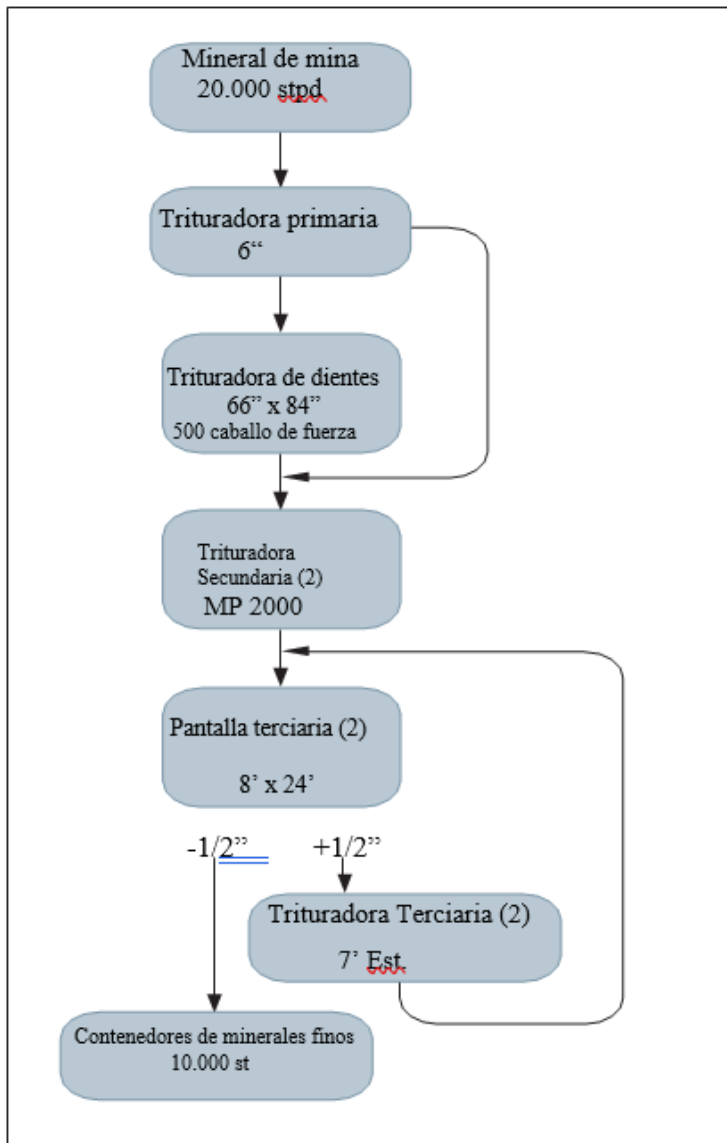


Figura: 2.1 Ejemplo de diagrama de flujo simple

Fuente: Propia

Descripción del proceso

La descripción del proceso, como en el caso del diagrama de flujo, será más producto de la imaginación del ingeniero de procesos que una descripción detallada unidad por unidad como se encuentra en las versiones finales. En esta etapa, el metalúrgico debe describir el posible diagrama de flujo en términos de las principales unidades del equipo de proceso y los sistemas de manejo de materiales que las conectan.

Dada una tasa de extracción por parte del geólogo y el ingeniero de minas, el ingeniero de procesos puede ilustrar un proceso básico, identificar las principales operaciones unitarias, asignar un tamaño posible a cada unidad y describir brevemente los resultados de cada operación unitaria.

Se pueden adquirir representaciones justas de los costos obteniendo también o presupuestos de los principales equipos y sistemas de manipulación de materiales. Estos costos, que generalmente son altos, pueden luego tenerse en cuenta para generar un posible rango de costos futuros de construcción de plantas.

2.9.1 Infraestructura de planta de proceso

En esta etapa del proyecto, el ingeniero de procesos debe identificar la infraestructura del concentrador con suficiente detalle para proporcionar una base para hacer asignaciones de

costos para cada uno.

En la infraestructura típica de un molino se incluyen los siguientes:

- Ensayo y laboratorio metalúrgico
- Sistema de aire comprimido
- Sistema de aire de instrumentación
- Sistema de recolección de polvo
- Suministro de agua de proceso
- Instrumentación de control de procesos
- Talleres y equipos de mantenimiento
- Vehículos de transporte y servicio de molinos

Las asignaciones para los sistemas y equipos anteriores pueden ser bastante definitivas, como en el caso de los vehículos, o el producto de datos históricos para plantas del tamaño sugerido. Lo importante es que se aborden todas las áreas y no necesariamente la precisión final de la estimación.

2.9.2 Eliminación de relaves

Todas las operaciones de proceso deben abordar el tema de los relaves. Los relaves pueden variar desde el almacenamiento de productos de concentración hasta montones desintoxicados.

En las primeras etapas del proyecto, el ingeniero de procesos debe colaborar con el geólogo y el ingeniero de minas para establecer las áreas más convenientes para el eventual

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

almacenamiento de productos de desecho e intentar visualizar la metodología de almacenamiento eventual.

La visita al sitio en la etapa inicial debe proporcionar una buena vista de la topografía del sitio, identificar áreas con suficiente área adecuada para acomodar un receptor de relaves y determinar el tamaño aproximado de una instalación de relaves inicial.

Posibles configuraciones de diseño

Con frecuencia existirá, muy cerca de las operaciones del molino, un área que requiere una estructura adicional mínima para convertirse en un depósito de relaves.

Comenzando con un dique de arranque, generalmente de materiales de ejecución de la mina, el proyecto puede luego expandirse con una contención hecha completamente de relaves ciclados.

La estimación de capital inicial incluirá el costo de los diques de arranque y los sistemas de tuberías. Dados los costos asociados con el cierre, es posible que el revestimiento de la instalación proporcione un seguro contra un problema a largo plazo de vertido de agua contaminada en el sistema de aguas subterráneas.

Las instalaciones de relaves ubicadas en áreas áridas pueden tener un tamaño limitado al filtrar los relaves antes de la

deposición junto con la colocación en una instalación revestida.

En áreas de alta sismicidad, la gama de técnicas de construcción de presas de relaves será limitada. El diseño de ingeniería probablemente demandará métodos de construcción de presas que estén asociados con estructuras de retención de agua, que son estructuras que se mantienen con bajos niveles freáticos y alta tolerancia a eventos sísmicos y / o grandes eventos de lluvia.

Como ejemplo, se requieren relaves completamente compactados para la fracción gruesa que se espiga en el lado aguas abajo de las presas de relaves en Chile, donde la falla de la presa resultaría en un evento catastrófico (RL Bullock, comunicación personal).

En la etapa inicial de desarrollo, el metalúrgico necesita obtener una consulta visionaria de personal de apoyo geotécnico bien calificado. Una instalación simple y de bajo costo inicial puede convertirse en una estructura de ingeniería muy compleja que exige ingeniería y control operativo durante toda su vida. La falta de una planificación adecuada para la deposición de relaves puede arruinar un proyecto operativa y económicamente si no se planifica adecuadamente en sus primeras etapas.

2.10 Estudio de viabilidad intermedio

Desde el punto de vista del procesamiento, el nivel de estudio de factibilidad intermedio (o prefactibilidad) del

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

desarrollo del proyecto difiere poco del estudio de factibilidad final. Sin embargo, el trabajo avanzado de la planta piloto, quizás algunos trabajos de prueba de laboratorio asociados con la reología de la lechada (es decir, el diseño de espesadores de concentrados y relaves), la ingeniería de detalle y los estudios completos de caracterización del mineral, no están cubiertos en el estudio de factibilidad intermedio.

En muchos casos, dependiendo del tamaño del depósito en estudio, las características metalúrgicas del cuerpo mineralizado se comprenden completamente y el estudio de factibilidad final solo representará un ajuste fino y optimización.

2.10.1 Organización del proyecto

La organización del proyecto, en este nivel de desarrollo, debe representar al personal que estará a cargo del diseño, la construcción y la puesta en marcha del proyecto.

Los proyectos pequeños (<10,000 stpd) solo pueden requerir el futuro gerente de proyecto, geólogo jefe, gerente de planta, gerente de mina, gerente ambiental y gerente de mantenimiento. Este equipo permanecerá intacto hasta que se apruebe un estudio de viabilidad final y se lleve el proyecto ha estado operativo.

Descripción de la organización del proyecto

La organización del proyecto comenzará con el personal

clave de operaciones e ingeniería, cada uno de los cuales ha tenido la experiencia operativa pertinente y puede funcionar bien como equipo. Dirigirán las tareas restantes de exploración e ingeniería y garantizarán que se realice una transición sin problemas a las operaciones completas.

Las compañías de minerales más pequeñas generalmente intentan ahorrar dinero descuidando este requisito por completo y confiando en los consultores de trabajo o cargando a muy pocas personas con una cantidad extraordinaria de responsabilidad.

El resultado suele ser un equipo de gestión mal preparado, un diseño mal ejecutado, un período de puesta en marcha prolongado y un rendimiento por debajo del objetivo durante varios meses de operaciones.

El equipo del proyecto debe poder visualizar la operación futura, interactuar con el contratista de ingeniería para incorporar los factores necesarios para un diseño exitoso y planificar la dotación de personal completo del proyecto en algún momento de la génesis del proyecto.

Cualificaciones del personal asignado

Las personas identificadas en la Figura 2.2 tendrán experiencia de alto nivel en ingeniería, administración y operaciones.

Podrán dirigir la ingeniería interna necesaria y el trabajo a

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

realizar para completar la tarea y se comunicarán con la empresa de ingeniería y construcción de manera rutinaria.

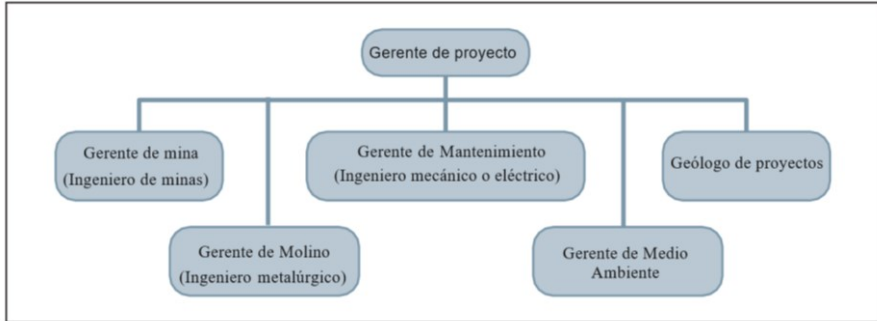


Figura 2.2 Organigrama del proyecto para el estudio de viabilidad intermedio

2.10.2 Información geológica

En esta etapa del proyecto, el trabajo geológico y de exploración estará esencialmente completo con suficiente detalle para respaldar los años iniciales del proyecto. La perforación de exploración estará dirigida a completar el trabajo anterior, proporcionar datos geotécnicos y crear los compuestos necesarios para el laboratorio metalúrgico y las pruebas de la planta piloto.

Localización del proyecto

Es probable que la información contenida en esta sección no se modifique con respecto al estudio de viabilidad preliminar. Sin embargo, es posible que la perforación de exploración no pueda esterilizar los sitios elegidos para instalaciones de molienda y mantenimiento, lo que requiere aumentos importantes

en los costos y / o tiempos extendidos del cronograma del proyecto.

Descripción geológica

Uno de los desafíos que presenta la preparación de una serie de estudios de viabilidad con distintos niveles de confianza es que la situación no es estática. La exploración a menudo continúa a través de los estudios de factibilidad intermedios y finales y con frecuencia presenta diferentes destellos del mismo cuerpo mineral a medida que se expande la información geológica.

En el nivel de factibilidad intermedio, el metalúrgico debe conocer completamente los últimos datos geológicos y mineralógicos y ajustar los programas de prueba en consecuencia.

Programa de exploración

Los requisitos de datos metalúrgicos ahora se centran en la caracterización completa de todos los tipos de minerales conocidos y en el inicio de estudios para investigar el comportamiento de los diversos tipos de minerales en trituración, molienda, flotación, lixiviación, filtración, espesamiento, etc.

En muchos casos, el nivel de datos técnicos presentados en un estudio de factibilidad intermedio casi se completará con solo corridas extendidas de plantas piloto y la ingeniería básica

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

necesaria para el estado de factibilidad final (total).

Una vez más, la clave es la comprensión completa de todos los tipos de minerales conocidos y una idea general de cómo se programarán para la molienda. Algunas partes del programa de exploración a menudo implican un muestreo masivo de núcleos grandes o incluso subterráneos para brindar al metalúrgico un mayor nivel de confianza.

Muestreo y ensayo

Durante el estudio de factibilidad intermedio, es clave que la gama completa de tipos de minerales esté representada por la perforación y compuestos de perforaciones críticas. El programa de pruebas metalúrgicas debe realizarse en minerales que tengan el mismo carácter mineralógico y grado que los esperados en el plan minero. Muchos proyectos se han basado en muestras metalúrgicas de alta calidad con recuperaciones inherentemente altas.

A través de un trabajo de mala calidad y supervisión, los minerales de menor ley que finalmente se extrajeron y enviaron al molino dieron análisis de relaves casi idénticos, junto con daños catastróficos a la recuperación de minerales. Esta es una falla muy común de muchas operaciones para generar la tasa de rendimiento de la inversión según lo proyectado en el informe de factibilidad.

La mineralogía a menudo dará lugar a problemas para

obtener buenos materiales y balances metalúrgicos para pruebas de laboratorio y plantas piloto. Los programas de análisis, como los "análisis metálicos", deben desarrollarse para garantizar que las recomendaciones metalúrgicas se basen en pruebas sólidas de análisis y no en análisis de cabeza muy dispersos para la misma muestra.

Caracterización física

En el nivel de factibilidad intermedio, las condiciones del mineral, como la gravedad específica, la humedad, la dureza, la alteración de la arcilla, etc., están casi completamente desarrolladas. El trabajo de exploración adicional puede resultar en algunos cambios menores, pero la naturaleza del yacimiento y cómo va a reaccionar al manejo y transporte debe entenderse bien.

2.10.3 Minería

El equipo geológico, minero y metalúrgico está listo para completar el estudio intermedio de factibilidad (o prefactibilidad). Dada esta relación, el proyecto puede ser analizado por tres especialidades técnicas con diferentes objetivos y producir una evaluación sólida que incluya las preocupaciones de todas las partes involucradas.

La relación entre el ingeniero de minas y el metalúrgico sigue siendo muy importante y, cuando falta en un proyecto, a menudo da como resultado resultados iniciales deficientes y

una puesta en marcha laboriosa.

Método de minería

En el estudio de viabilidad intermedio, el método de extracción suele estar bien desarrollado. El ingeniero de minas puede comunicar al metalúrgico las condiciones esperadas del mineral que se planificarán y proporcionar buenas aproximaciones para variables como el tamaño de la parte superior del mineral y el contenido de humedad total.

Plan de producción y tarifas mineras

Se habrán desarrollado secuencias de extracción y / o excavaciones bien desarrolladas que brinden al metalúrgico un cronograma de entregas de mineral por año, tipo de mineral y ley. El cronograma de la minería también sirve como base para que los compuestos metalúrgicos restantes se utilicen en las pruebas restantes de laboratorio o planta piloto.

Interfaz minero-metalúrgica

Invariablemente, corresponderá al ingeniero de minas o al metalúrgico asumir la responsabilidad de un proyecto que funcione mal.

Esto por sí solo hace que la estrecha cooperación entre los dos centros de trabajo sea fundamental. Al comienzo del proyecto, puede valer la pena exigir que sus calificaciones sean similares para que sus puestos se vuelvan casi intercambiables

para la gestión del proyecto.

2.10.4 Ensayos metalúrgicos

El estudio de factibilidad (o prefactibilidad) intermedio incluirá todo el trabajo metalúrgico histórico junto con las pruebas iniciales realizadas para respaldar el estudio preliminar de factibilidad (o alcance).

Los datos históricos y preliminares del estudio de factibilidad generarán una lista de variables que deben aislarse y estudiarse en el estudio de factibilidad intermedio. El estudio de viabilidad intermedio está a punto de completarse desde la perspectiva del metalúrgico y solo requiere ciertos datos esotéricos. La finalización de las ejecuciones extendidas de la planta piloto para alcanzar el estado de factibilidad final.

Es importante comprender que, en muchos casos, el estudio de factibilidad intermedio es el primer informe que puede circular fuera de la empresa del proyecto. Las empresas mineras junior utilizan los estudios preliminares de factibilidad (o de alcance) para ayudar a asegurar el financiamiento privado para avanzar al siguiente nivel de factibilidad.

Estos informes también pueden estar sujetos a un escrutinio de "diligencia debida" si la empresa está tratando de obtener más fondos de terceros para el proyecto.

Ensayos de laboratorio contemporáneos

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Hay muchas instalaciones de prueba e investigación metalúrgicas confiables y confiables en la industria, y el metalúrgico del proyecto debe familiarizarse con la experiencia de cada una de estas instalaciones antes de decidir cuáles utilizar.

Cabe señalar una advertencia el manténgase alejado de los laboratorios fraudulentos que afirman tener tecnologías de “vanguardia” (aún no probadas) y tecnologías inexplicables de “caja negra”. Este tipo de instalaciones no explicarán los resultados falsos que se producen, alegando que se debe a información patentada o que los resultados son simplemente demasiado complejos para que los entienda el metalúrgico no especializado.

Muestreo y ensayo. Todos los muestreos y análisis de muestras de análisis de laboratorio y los productos de análisis deben resistir un escrutinio intenso. Cuando el proyecto avance más allá del nivel intermedio de factibilidad, estos mismos resultados servirán para dar validez a todas las conclusiones y recomendaciones metalúrgicas.

El muestreo y el análisis de calidad también proporcionan la base para balanzas metalúrgicas y de materiales precisas y confiables. Un programa de pruebas, repleto de balances metalúrgicos deficientes, atraerá un mayor escrutinio por parte de terceros y dañará seriamente la credibilidad del proyecto. Aunque

los procedimientos de laboratorio deficientes ocasionalmente afectan los resultados, estos casos generalmente se limitan a “laboratorios clandestinos” altamente sospechosos que hacen afirmaciones sin fundamento.

Si se encuentran resultados muy erráticos utilizando los ensayos y procedimientos de muestreo de laboratorios de renombre, a menudo se debe a variables como el efecto pepita, la oxidación de la muestra y el uso de muestras pequeñas para realizar las pruebas.

Aunque costosa, la filosofía de “cuanto más grande, mejor” a menudo ahorra tiempo y dinero cuando se contemplan los resultados de las pruebas de laboratorio tanto de un solo lote como de ciclo cerrado.

Transformación en polvo. Es importante que las pruebas de trituración se realicen en muestras que sean representativas del yacimiento conocido. Estos informes pueden incluso estar sujetos a un escrutinio de “diligencia debida” si la empresa está tratando de obtener más fondos de terceros para el proyecto.

Las pruebas metalúrgicas en el nivel de factibilidad intermedio habrán arrojado resultados cuantitativos tanto para la capacidad de trituración como de molienda del mineral. Los índices de trituración y trituración Bond estándar, combinados con la experiencia, producirán parámetros de dimensionamiento

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

útiles para la selección inicial de equipos de trituración y trituración.

El personal metalúrgico con una gran cantidad de experiencia operativa tendrá una idea intuitiva del tamaño probable y los requisitos de potencia para el equipo en cuestión y será cauteloso cuando se obtengan resultados contradictorios de las pruebas de laboratorio. Los proveedores de equipos de trituración y trituración suelen ser la mejor fuente de datos para la selección de unidades de trituración y trituración. A menudo, el costo de las pruebas no se aplicará si el equipo se selecciona del proveedor que realizó las pruebas de tamaño.

Una relación entre el proveedor de trituración y el proyecto, que se origina en la etapa de prueba, puede ofrecer beneficios de costos prácticos a largo plazo. Por el contrario, los proyectos que se comparan a menudo son víctimas de un servicio deficiente y resultados finales deficientes. El tema del dimensionamiento del molino comienza y frecuentemente termina con el tamaño del circuito de trituración y trituración.

Aunque se han escrito muchos tomos técnicos altamente autocomplaciente sobre el genio involucrado en aumentar el rendimiento de la planta, por lo general es una planta que fue sobre diseñada en primer lugar. No debe comenzar ninguna negociación en esta etapa de un proyecto. Si se desea una planta

expandible, el personal de pruebas debe estar al tanto. También hay ejemplos de plantas diseñadas de cerca que producirán a su nivel de “placa de identificación” y ni una tonelada más.

Estas construcciones de proyectos suelen ser el producto de contratos de precio fijo en dólares fuertes con tarifas de ingeniería y construcción incorporadas. También requiere un propietario disciplinado que se dé cuenta del costo de las órdenes de cambio.

Cribado y clasificación. En la etapa de factibilidad intermedia de un proyecto también debería estar disponible una imagen bastante completa del tamaño de la liberación de minerales y la distribución de los valores de los metales en el rango de tamaños para cabezas, concentrados, harinillas y relaves. Junto con las pruebas de trituración, los datos producirán un diseño de planta eficaz y eficiente. Los buenos datos de laboratorio para el cribado y la clasificación señalarán la necesidad de circuitos combinados.

Tales ejemplos incluyen la concentración por gravedad combinada con la lixiviación en el caso de las plantas de oro y la separación magnética combinada con la flotación como es el caso de algunos circuitos de mineral de hierro y también de cobre.

Los datos de cribado y clasificación también pueden ahorrar dinero en el circuito de trituración al permitir la

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

trituration selectiva solo de aquellos productos que lo requieran. Tiene poco sentido moler miles de toneladas por hora hasta el tamaño de liberación mineral final cuando una molienda primaria más gruesa producirá buenas recuperaciones y solo requiere la molienda de concentrados o harinillas.

Técnicas extractivas. En el nivel intermedio de factibilidad del proyecto, se debe completar toda la investigación e identificar una técnica y un circuito. Puede ser tentador investigar todas las técnicas de separación de minerales identificadas, pero esto suele ser el resultado de un control deficiente de la dirección del proyecto sobre el laboratorio que realiza las pruebas y no un requisito del mineral.

Los minerales con problemas metalúrgicos excepcionalmente difíciles pueden llevar a la quiebra incluso a las mejores empresas y varias casi lo han hecho. Es mejor que estos cuerpos mineralizados se dejen para ser experimentados por las empresas de nivel superior bien financiadas de la industria.

El metalúrgico de hoy está equipado con las mismas técnicas de separación que estaban disponibles hace 50 años o más. Lo que ha cambiado drásticamente son el diseño, los materiales de construcción, los estándares de control de procesos y calidad, y los diseños modernizados de equipos, como trituradoras, máquinas de flotación y reactivos.

El estudio de viabilidad intermedio habrá identificado una de las técnicas de separación de núcleos como aplicable a los minerales del proyecto. Entre estos se encuentran la flotación, la separación por gravedad, el cribado y clasificación, la separación magnética, la separación de medios pesados, la lixiviación y la clasificación manual simple del mineral.

Esto último a menudo se pasa por alto en nuestro celo como metalúrgicos por ser de alta tecnología. Una historia común en nuestra industria es la de un ingeniero que se enfrentó a la aparición de pepitas de oro uniformes del tamaño de una pelota de béisbol en un depósito de grava.

El circuito propuesto incluía trituración, trituración, clasificación, lixiviación, filtración y disposición de relaves con una recuperación final del 80%. Se podría haber empleado mano de obra local para recoger las pepitas a un costo mucho menor.

La técnica de extracción seleccionada habrá producido recuperaciones y leyes de concentrado aceptables y no habrá expuesto zonas de mineral considerables que reflejen características refractarias. Los requisitos de trituración para lograr la recuperación esperada y el grado de concentrado se comprenden bien y cuantificación de las necesidades de reactivos. En la mayoría de los casos, estos valores serán conservadores con pleno conocimiento de que la práctica real de la planta puede

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

producir resultados más deseables.

Deshidratación. Si las pruebas de laboratorio se realizan en muestras grandes (≥ 2.000 g) o si se realizan pruebas de ciclo cerrado, habrá suficiente muestra disponible para hacer algunos juicios preliminares sobre los requisitos de espesamiento y filtrado. A menudo, estas pruebas se retrasan hasta el final de la prueba de viabilidad final o se ignoran.

Es muy vergonzoso estar involucrado en la puesta en marcha y descubrir que el agua de recuperación no está disponible o que la humedad del flujo de concentrado está fuera de las especificaciones debido a la falta de buenas pruebas de espesamiento y filtración. Estas pruebas suelen ser realizadas internamente por empresas individuales o el trabajo puede llevarse a cabo en uno de varios laboratorios de pruebas muy buenos.

En el caso de minerales muy viscosos o arcillosos, las cantidades de reactivos se incrementarán para competir como un elemento de costo importante en el diagrama de flujo del molino. Esta posibilidad, y otras similares, deben abordarse temprano y no cuando el proyecto está a punto de comenzar.

Grado de concentrado. El extenso programa de pruebas metalúrgicas recomendado hasta ahora habrá producido amplias muestras de concentrado de pruebas en muestras representativas

del cuerpo mineralizado.

De particular importancia es la presencia de elementos de penalización tales como arsénico, antimonio, bismuto, níquel, alúmina, flúor, cloro, óxido de magnesio y mercurio. Además, porejemplo, los concentrados de cobre pueden ser penalizados por zinc, plomo y sílice.

Los diálogos de apertura con las fundiciones receptoras deben iniciarse a más tardar en esta etapa intermedia de factibilidad de un proyecto. Uno esperaría que aparecieran valores excesivos de arsénico en el trabajo de nivel preliminar. En el mundo de la fundición, el alto contenido de arsénico puede hacer que los grados de concentrado marginal no sean comercializables.

Recuperación. El final de las pruebas de factibilidad intermedias también sería testigo de una estimación firme de la recuperación de minerales de cada uno de los tipos de mineral existentes.

Las relaciones entre la molienda, el tiempo de proceso y la recuperación de minerales estarán bastante bien desarrolladas, al menos hasta el punto de hacer algunas estimaciones inteligentes de los tamaños de los equipos de molienda y separación.

Un error común en la estimación de la recuperación está asociado con la selección incorrecta de muestras para pruebas metalúrgicas. Con frecuencia, los geólogos sesgarán las muestras

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

en el lado alto del ensayo de altura promedio para el depósito y, dado un relave relativamente fijo, la prueba arrojará altas recuperaciones.

Un director de proyecto astuto, por supuesto, no debería permitir que esto suceda. Es embarazoso descubrir que el ensayo de cola para un mineral en particular está relativamente fijo en el tamaño de molienda óptimo y que las leyes de cabeza más bajas producen una recuperación sustancialmente menor.

Reactivos y consumibles. Además del tamaño de liberación, el tiempo de retención del proceso, los requisitos de potencia de comunicación, los ensayos de relaves y los grados de concentrado, las pruebas de laboratorio, si están bien planificadas, también habrán producido el consumo esperado de reactivos del proceso. Estos incluyen, pero no se limitan a, recolectores, espumantes, agentes de control del pH, acondicionadores de pulpa, agentes de lixiviación, medios de adsorción, lixiviantes y otros químicos modificadores del proceso tales como agentes humectantes.

Pruebas de plantas piloto contemporáneas

Las pruebas en plantas piloto no suelen estar disponibles para la etapa de viabilidad intermedia de un proyecto. Si el depósito se puede muestrear fácilmente a granel o si se dispone de muestras de núcleos de gran diámetro, la oportunidad de

incluir algún trabajo en una planta piloto puede ser práctica a este nivel de factibilidad intermedio.

Las pruebas en plantas piloto son un tema extenso. Para los propósitos de este capítulo, se supone que el lector está familiarizado con el diseño de la planta piloto y la dificultad de lograr resultados representativos para algunas variables de proceso cuando se trata de minerales de muy baja ley. Las pruebas en plantas piloto pueden ser muy caras y, a menudo, los datos no son más reveladores que los obtenidos a partir de pruebas de laboratorio bien diseñadas.

Los enfoques nuevos o novedosos para la separación o trituración pueden exigir un trabajo a nivel de planta piloto y pueden apaciguar a algunas juntas directivas corporativas. La prueba exitosa de una planta piloto puede ser el catalizador para generar financiamiento para proyectos si se dan soluciones prácticas a las preocupaciones ambientales y mineras.

La planta piloto ofrecerá datos muy valiosos para estimar los requisitos de potencia de trituración, determinar el tiempo de retención del proceso casi óptimo y confirmar la elección del conjunto de reactivos. La recuperación de minerales también se determinará a un nivel muy similar al de las operaciones reales de la planta. El término *planta piloto* se usa como sinónimo de *pruebas de lixiviación en columnas grandes* y

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

la dedicación de ciertos circuitos de molinos como plataformas de prueba.

Muestreo y ensayo. La muestra proporcionada para el trabajo de la planta piloto debe ser ensamblada meticulosamente. La planta piloto puede usarse para probar uno o más tipos de mineral, y las muestras seleccionadas deben caracterizar muy de cerca cada tipo de mineral. Dado el costo del trabajo de prueba en una planta piloto, los datos obtenidos a partir de muestras sesgadas o no representativas son "costosamente inútiles".

Transformación en polvo. Una de las piezas de información más importantes que se obtendrá de la ejecución de la planta piloto es una estimación de los requisitos de potencia de trituración. Los datos de la planta piloto confirmarán las estimaciones a escala de laboratorio de la capacidad de trituración y trituración y servirán para proporcionar una base precisa para realizar selecciones de equipos.

En los minerales que tienen una metalurgia sencilla, tipos de minerales muy similares y sin características sospechosas, los únicos datos requeridos de la planta piloto pueden ser los asociados con el diseño del sistema de trituración. En el último caso, la selección preliminar de un proveedor para la sección de trituración del proyecto permitirá que el trabajo de la planta piloto se lleve a cabo en las instalaciones de prueba del proveedor. Por

lo general, esto es menos costoso que construir una propia planta o contratar las pruebas en una instalación industrial.

Un cierto nivel de paranoia técnica es evidente en la industria, y las pruebas en el mismo proyecto se extienden a varios lugares de prueba. Lo único que se logra es confundir al lector del informe y ofrecer varias respuestas a menudo opuestas a la misma pregunta. En la mayoría de los casos, la "víctima", al menos económicamente, es el proyecto.

Cribado y clasificación. Las operaciones continuas de la planta piloto y las pruebas de lixiviación a gran escala proporcionarán datos confirmatorios para las estimaciones de liberación y proporcionarán una plataforma para el diseño de los circuitos de molienda.

Los minerales que no mostraron ningún problema físico perturbador en las pruebas de laboratorio pueden llegar a tener serios problemas de reología de la pulpa cuando se analizan muestras más grandes y confiables. La planta piloto también puede proporcionar datos útiles para elegir entre la clasificación de ciclones y los clasificadores mecánicos más tradicionales. Los minerales también pueden presentar problemas de cribado peculiares, tales como un alto contenido de arcilla y / o fenómenos de tamaño, que generan placas u otras formas de partículas no conformes.

Técnicas extractivas. La planta piloto no se suele utilizar para seleccionar entre posibles técnicas de separación. Proporciona la oportunidad de insertar pasos de proceso de refuerzo, como la concentración por gravedad, antes de la lixiviación en el caso de un mineral de oro. La planta piloto confirmará la selección de la técnica del proceso y proporcionará información invaluable durante el inicio de las operaciones reales.

Deshidratación. Las pruebas para la determinación de las características de los productos de proceso para espesamiento y filtración se habrán limitado, hasta este momento, a muestras muy pequeñas de pruebas de laboratorio. Esto es particularmente cierto para los concentrados. Se espera que la planta piloto proporcione datos que sean útiles para el escalado de la planta en base a muestras de gran tamaño, que pueden recolectarse bajo una variedad de condiciones operativas.

Grado de concentrado. El uso de operaciones a escala piloto para verificar las expectativas de grado de concentrado es frecuentemente problemático, particularmente en el caso de minerales de sulfuro de bajo grado. Las pruebas a gran escala producen pequeñas cantidades de concentrados y las plantas piloto son difíciles de operar con los flujos de pulpa limitados asociados con el intento de limpiar los concentrados a niveles comercializables.

La adición de espuma, en muchos casos, también limita severamente el control del proceso. Las plantas piloto que tratan minerales de hierro de baja ley, fosfatos, plomo, zinc, carbón y minerales industriales generalmente recuperan suficiente peso en el concentrado para permitir una buena estimación de los requisitos de limpieza y refilado. Las estimaciones de la ley del concentrado de los resultados de la planta piloto utilizando pesos acumulados de concentrados más ásperos y luego realizando pruebas de limpieza de laboratorio a gran escala son aceptables cuando se corroboran mediante un trabajo inicial a escala de banco.

Recuperación. Los análisis de relaves obtenidos en condiciones de funcionamiento de estado estacionario producirán recuperaciones de minerales que, para la muestra analizada, son una estimación precisa de las operaciones futuras de la planta. Se puede esperar que la planta piloto proporcione datos de recuperación en una amplia gama de tasas de rendimiento, condiciones de reactivos y triturados.

Reactivos y consumibles. A partir de los datos de la planta piloto, se esperan tasas de adición de reactivo, que suelen ser más bajas que las de las pruebas de laboratorio a escala de banco. Los efectos del agua recirculada a menudo mejorarán las recuperaciones y proporcionarán una visión más clara de cuál

será el rendimiento futuro de la planta.

2.10.5 Criterios metalúrgicos y de proceso

La finalización de un estudio de viabilidad (o prefactibilidad) intermedio es similar a un juicio final. El estudio se utilizará para impulsar el gasto de fondos adicionales para la exploración, proporcionar la operación de una planta piloto, apoyar los esfuerzos de diseño de la mina y formar la base para las expectativas financieras y económicas a largo plazo.

El estudio de factibilidad intermedio, particularmente desde el punto de vista del proceso, es esencialmente un espejo del estudio de factibilidad final y solo carece de la finalización de todas las pruebas, tal vez un programa de planta piloto, y la incorporación de exploración, geología y resultados mineros.

Recuperación

Las recuperaciones de minerales se basarán esencialmente en pruebas a escala de banco realizadas en una muestra tan grande como sea posible y con atención a la representación de todos los tipos de minerales presentes. Se desarrollará un pronóstico metalúrgico basado en la producción minera de varias zonas de mineral y se asignarán las recuperaciones apropiadas sobre una base mensual, trimestral y anual.

Grado concentrado

Las variables de grado concentrado se habrán discutido

con una variedad de fundiciones o refinerías y se habrán acordado los términos iniciales. La eliminación de elementos de penalización puede requerir trabajo adicional de prueba metalúrgica durante la fase final de factibilidad del proyecto.

Variables de conminución

Los parámetros de trituración incluirán los resultados de las pruebas para las siguientes variables:

- Índice de abrasión
- Aplastabilidad
- Molienda

Con base en los datos anteriores, se pueden iniciar los requisitos de energía y los diseños preliminares del tamaño del equipo.

Susceptibilidad magnética

Los minerales que pueden beneficiarse mediante el uso de sus respectivas propiedades magnéticas habrán sido minuciosamente probados en varios niveles de intensidad magnética. Se han evaluado las etapas de separación y se han desarrollado los requisitos de potencia para el dimensionamiento inicial de la planta.

Consumo de reactivo

Se han determinado las tasas de consumo de reactivos para todos los productos químicos que se utilizarán en el proceso y en

algunos casos, la infraestructura. También se han obtenido fuentes y precios.

2.10.6 Diagrama de flujo y balance de materiales

El diagrama de flujo y el balance de materiales se habrán desarrollado para la escala de operaciones recomendada en el estudio intermedio de factibilidad (o prefactibilidad). El diagrama de flujo tipificará el proceso tal como se entiende actualmente e incluirá todas las unidades de equipo principales. Se incluirán detalles suficientes para proporcionar la base para completar las estimaciones de costos iniciales factorizadas y la ingeniería preliminar.

Desarrollo de la hoja de flujo

El diagrama de flujo identificará todas las unidades de equipos de proceso principales, incluyendo trituración y trituración, clasificación, bombeo, cribado, transporte y separación (flotación, lixiviación, separación magnética, separación por gravedad, etc.). El nivel de detalle permitirá al diseñador de procesos completar varios planos generales de disposición y planos o secciones típicos. Estos dibujos junto con una lista preliminar del equipo y quizás un dibujo simple de tuberías e instrumentación, formarán la base para la estimación inicial del costo de capital factorizado.

Desarrollo de balance de materiales

El balance de materiales se desarrollará siguiendo líneas convencionales e identificará y cuantificará los flujos de proceso dentro del proceso. Una parte integral del balance es el desarrollo de un balance hídrico para toda la operación.

Los balances de materiales se suelen hacer por costumbre. Los balances hídricos a menudo se descuidan y los resultados incluyen suministros de agua sobrecargados, posibilidades limitadas de expansión y la eliminación de ciertas tecnologías de proceso debido a una planificación y desarrollo inadecuados de los recursos hídricos.

La Figura 2.3 es una representación simple de una forma aceptable de diagrama de flujo y formato de cálculo de balance de materiales. Otras representaciones de diagramas de flujo / balance de materiales identificarán las cantidades de flujo del proceso en el propio diagrama de flujo.

Descripción de procesos y operaciones

Habiendo completado las pruebas metalúrgicas y de la planta piloto, y el desarrollo del diagrama de flujo del proceso, el metalúrgico ahora debe proceder a describir la planta de proceso y las operaciones que tomarán el mineral de ejecución de la mina y producirán un concentrado según lo mencionado dentro del ensayo y análisis de viabilidad.

Operaciones unitarias. Se debe incluir una descripción completa del proceso y las operaciones en el estudio de viabilidad intermedio. La descripción incluirá una explicación paso a paso del proceso, proporcionando tamaños de equipo, flujos de proceso y cantidades de producto esperadas en varias etapas del proceso.

Programa de mantenimiento. En la descripción del proceso y las operaciones debe incluirse una declaración preliminar sobre el estilo y la amplitud del mantenimiento anticipado del proceso. La sección debe incluir la filosofía del mantenimiento preventivo, los inventarios de los almacenes y la redundancia de las operaciones de la planta.

Programa de control de procesos. El programa básico de instrumentación y control debe ilustrarse y debe incluir recomendaciones en cuanto al estilo y la amplitud. Las plantas pequeñas (es decir, menos de 1,000 stpd) generalmente se operan

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

con controles locales solamente y un mínimo de control automático.

Los molinos más grandes pueden implicar un control lógico programable completo, diagnósticos y *experto* sistemas de estilo para lograr la máxima eficiencia del proceso. No es importante en esta etapa de un proyecto ser exactos al detallar la instrumentación. El diseñador de procesos debe comprender que existirá uno y que requerirá un cálculo de costos.

2.10.7 Infraestructura de planta de proceso

En esta etapa del proyecto, el ingeniero de procesos identificará y dimensionará la infraestructura del concentrador con suficiente detalle como para proporcionar una base para hacer asignaciones de costos factorizadas para cada una.

En la infraestructura típica de un molino se incluyen los siguientes:

- Ensayo y laboratorio metalúrgico
- Sistema de aire comprimido
- Sistema de aire de instrumentación
- Sistema de recolección de polvo
- Suministro de agua de proceso
- Sistema de comunicaciones
- Instrumentación de control de procesos
- Talleres y equipos de mantenimiento

Vehículos de transporte y servicio de molinos

Las asignaciones de costos para los sistemas y equipos anteriores pueden ser bastante definitivas, como en el caso de los vehículos, o el producto de datos históricos para plantas del tamaño sugerido. Lo importante es que se aborden todas las áreas y no necesariamente la máxima precisión de la estimación. Las asignaciones se mantendrán sin cambios hasta que se realicen estimaciones definitivas en el estudio de viabilidad final.

Eléctrico

El personal eléctrico de la planta de proceso y el personal eléctrico para respaldar las operaciones administrativas y de mantenimiento generalmente se incluyen en el capital de la planta de proceso o como un complemento del mismo. El estudio de factibilidad intermedio incluirá una evaluación del consumo de energía de las operaciones del proceso y se permitirá la energía asociada con la infraestructura (es decir, pozos de agua, tiendas, oficinas, etc.).

Agua

El sistema de agua de proceso se detallará con el suministro de agua dulce caracterizado y las corrientes internas de conservación y reciclaje de agua identificadas. El sistema de agua debe diseñarse para las etapas iniciales de puesta en marcha cuando hay poca o ninguna agua de reciclaje disponible de los

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

relaves. En áreas áridas, se deben abordar las tolerancias específicas para la evaporación, junto con la ubicación y la capacidad de extracción del recurso hídrico.

Transporte

La planta de proceso dependerá de la entrega superficial y / o aérea de suministros operativos y de mantenimiento pesado. Se debe evaluar la estructura de costos para el transporte por carretera, ferrocarril y aire y asignar rutas específicas a los suministros individuales. En los casos de ubicaciones en el extranjero o en alta mar, la carga adicional del flete marítimo, los aranceles y los impuestos deben contabilizarse adecuadamente en los costos de la planta de proceso.

Comunicaciones

El sistema de comunicaciones de la planta de proceso debe estar separado del sistema de comunicaciones del proyecto si es necesario. Con frecuencia, la planta incorporará el sistema de comunicaciones por radio de todo el proyecto, un sistema de aplicaciones de telefonía celular y un sistema de intercomunicación interno de la planta.

Aire comprimido

Se deben identificar y permitir los requisitos de aire comprimido para purga de procesos y aire de instrumentos. Se debe recomendar a los proyectos que anticipen minerales

húmedos y pegajosos que apliquen un factor de seguridad generoso a los requisitos de aire comprimido en el sentido de que “nunca hay suficiente aire” cuando se requiere un uso constante de aire para liberar conductos, rejillas y contenedores.

Es necesario identificar los requisitos de aire para instrumentos y asignarles un tamaño preliminar para incluirlos en las asignaciones de costos del proyecto. Un registro escrito de este y otros usos del aire en el estudio de factibilidad preliminar sirve como indicador para los diseñadores que seguirán el estudio de factibilidad final con la etapa de ingeniería básica.

2.10.8 Eliminación de relaves

Todas las operaciones de proceso deben abordar el tema de los relaves. Los relaves pueden variar desde el almacenamiento de productos de concentración hasta montones desintoxicados. En las primeras etapas del proyecto, el ingeniero de procesos debe colaborar con el geólogo y el ingeniero de minas para establecer las áreas más convenientes para el eventual almacenamiento de productos de desecho e intentar visualizar la metodología de almacenamiento eventual. La visita al sitio en la etapa inicial debe proporcionar una buena vista de la topografía del sitio, identificar áreas con suficiente área adecuada para acomodar un receptor de relaves y determinar el tamaño aproximado de una instalación de relaves inicial.

Posibles configuraciones de diseño

Con frecuencia existirá, muy cerca de las operaciones del molino, un área que requiere una estructura adicional mínima para convertirse en un depósito de relaves. Comenzando con un dique de arranque, generalmente de materiales de ejecución de la mina, el proyecto puede luego expandirse con una contención hecha completamente de relaves de ciclones. La estimación de capital inicial incluirá el costo de los diques de arranque y los sistemas de tuberías.

Dados los costos asociados con el cierre, es posible que el revestimiento de la instalación proporcione un seguro contra un problema a largo plazo de vertido de agua contaminada en el sistema de aguas subterráneas. Las instalaciones de relaves ubicadas en áreas áridas pueden tener un tamaño limitado al filtrar los relaves antes de la deposición junto con la colocación en una instalación revestida. En áreas de alta sismicidad, la gama de técnicas de construcción de presas de relaves será limitada.

El diseño de ingeniería probablemente demandará métodos de construcción de presas que estén asociados con estructuras de retención de agua, estructuras que se mantengan con niveles freáticos bajos y estructuras con una alta tolerancia a eventos sísmicos y / o grandes precipitaciones. Chile es un país que requiere la compactación de relaves ciclones en áreas críticas,

y esta ha demostrado ser una técnica muy exitosa para mejorar la estabilidad de la presa donde se necesita.

Por ejemplo, Chile es un país muy progresista, pero tiene más terremotos que otros países mineros. En 1965, la falla de la presa El Cobre mató a 200 personas en un pueblo río abajo. En consecuencia, los chilenos comenzaron a requerir compactación en situaciones críticas. En 1985, dos grandes presas de relaves sobre Santiago se mantuvieron firmes durante un terremoto de 8.2 con epicentro cerca de Valparaíso. Más tarde superaron, pero no fallaron (RL Bullock, comunicación personal).

En la etapa intermedia de factibilidad (o prefactibilidad) del desarrollo del proyecto, el diseño preliminar de relaves generalmente se asignará a un consultor geotécnico. El consultor será responsable del diseño preliminar, la ingeniería, la estimación del costo de capital y la definición de los requisitos de permisos para el sistema propuesto.

Operaciones

El estudio de factibilidad intermedio debe incluir un plan de operaciones para el depósito de relaves propuesto. Se deben preparar programas detallados de tuberías y llenado para que se puedan asignar al proyecto los recursos de mano de obra y equipos adecuados. Las instalaciones de relaves bien diseñadas con materiales de construcción y sistemas operativos de alta

calidad a menudo se pueden operar con un mínimo de personal.

Se debe identificar y planificar la filosofía de las adiciones a la estructura de relaves y la selección de contratistas internos o externos para realizar el trabajo. Los costos de los tranques de relaves, particularmente en los primeros años de un proyecto, casi siempre se subestiman, al igual que los costos de la futura remediación del embalse y / o montones y vertederos.

Mantenimiento

La responsabilidad del mantenimiento de rutina del depósito de relaves debe asignarse con anticipación. No todos los depósitos de relaves son mantenidos por la planta de proceso. Con frecuencia, el mantenimiento de las instalaciones se comparte conjuntamente entre el personal de la planta de proceso y la mina.

Gestión

El plan de manejo de la instalación también debe describirse durante la etapa de factibilidad intermedia. La planta incluirá las adaptaciones para la escorrentía y escorrentía de aguas pluviales, niveles de estancamiento de agua, requisitos de francobordo, planes de distribución de relaves e instrumentación y monitoreo.

La instalación debe tener un sistema de control de ingeniería independiente instalado para advertir de posibles fallas, minimizar la erosión, acomodar los esfuerzos de

remediación futuros y minimizar el riesgo. Desde un punto de vista ambiental, generalmente es aconsejable bombear el flujo excesivo de agua de la mina a un embalse separado para su decantación y descarga de agua limpia.

2.10.9 Estudio de viabilidad final

En muchos sentidos, esta es una conclusión adecuada y planificada. Ahora se identificarán aquellas cosas que son críticas para el éxito del proyecto y que pueden haber sido minimizadas o pasadas por alto en las etapas de factibilidad preliminar o de factibilidad intermedia (o prefactibilidad) del proyecto.

El estudio de factibilidad final casi siempre se utiliza para justificar el gasto de capital del proyecto, ya sea que provenga de fondos generados internamente o de fuentes de capital y / o préstamos bancarios. El estudio estará completo, los riesgos para todas las variables del proceso identificadas y compensadas y toda la información técnica necesaria para la guía del diseño del proyecto debe contabilizarse.

2.10.10 Organización del proyecto

Los estudios de factibilidad finales que no identifican al personal clave de la planta de proceso por nombre y cargo casi siempre están condenados a malas decisiones de diseño, arranques caóticos y altos costos tanto de capital como de operaciones iniciales. La organización del proyecto es uno de los requisitos

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

preeminentes del estudio de viabilidad final y uno de los que se pasa por alto con mayor frecuencia.

Cuando terceros están evaluando la viabilidad de una inversión potencial, la calidad y la permanencia del personal clave son muy importantes. También es imperativo que estas personas se involucren a largo plazo con el proyecto.

Descripción de la organización del proyecto

La organización de la planta de proceso debe incluir al gerente de proceso, al gerente metalúrgico, al gerente de mantenimiento y al gerente de instrumentación. El término gerente se utiliza como un todo para identificar áreas de responsabilidad, ya que los títulos de los puestos reales cambiarán con las diferentes culturas corporativas y el tamaño de la operación.

La Figura 2.4 identifica una organización de proyecto típica para una operación de molienda propuesta que varía en tamaño de 1,000 a 5,000 stpd.

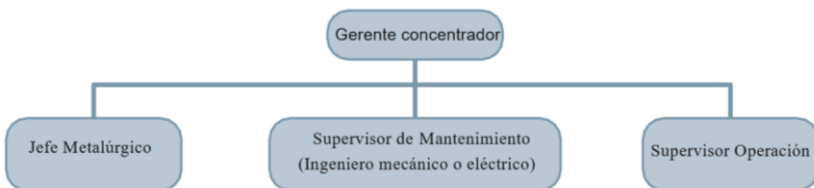


Figura 2.4 Organigrama de una pequeña planta de proceso

Las operaciones de proceso grandes que van desde 10,000

stpd hasta más de 100,000 stpd requerirán una organización más compartimentada y un equipo de proyecto más grande durante la finalización de las pruebas metalúrgicas, el diseño de programas de mantenimiento, el desarrollo de manuales de operación / mantenimiento, el diseño de programas de instrumentación y la orientación del gerente de ingeniería y construcción.

Un equipo de proyecto típico para una planta de proceso grande puede parecerse al grupo que se muestra en el organigrama de la Figura 2.5.

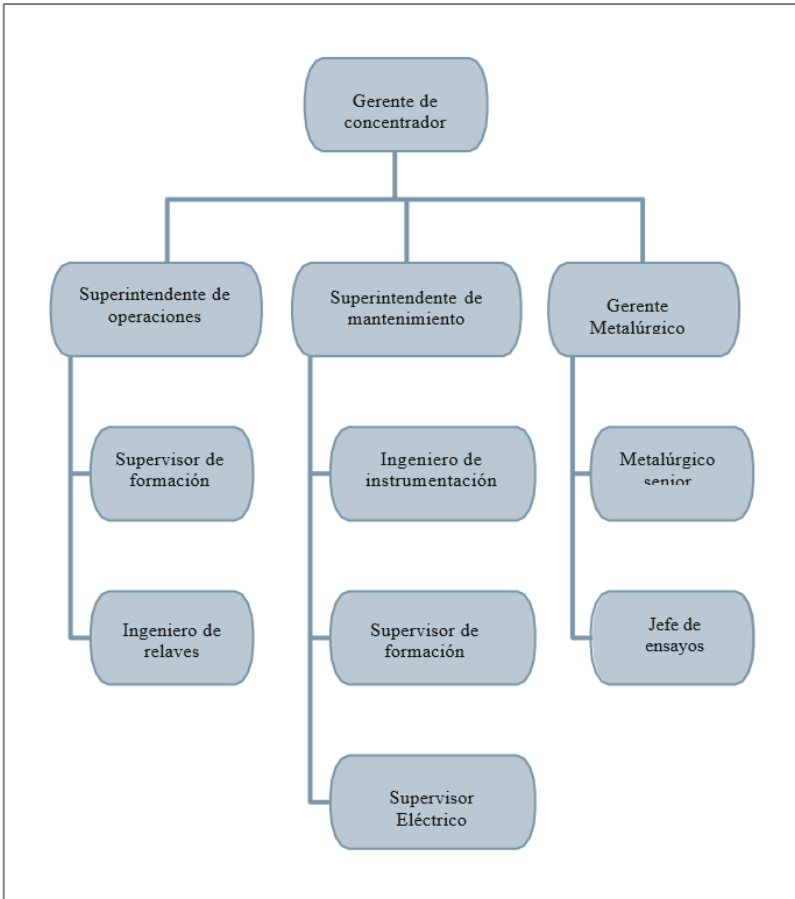


Figura 2.5 Organigrama de la planta de proceso grande
Cualificaciones del personal asignado

Todos los miembros de la gerencia y el personal de la planta de proceso deben tener habilidades mutuamente inclusivas, ya que cualquiera de ellos podría reemplazarse entre sí si fuera necesario.

Esto exige experiencia significativa, adaptación a nuevos entornos, buenas habilidades de comunicación y entusiasmo. Se sabe que los equipos sólidos de gestión de plantas de proceso superan un alto nivel de problemas asociados con plantas nuevas, entornos aislados y diseños no probados.

La tecnología de vanguardia no tiene que dejarse necesariamente en manos de los aventureros y bien financiados, pero si se elige un curso de este tipo, el equipo del proyecto tendrá que ser de primera clase.

Información geológica

La información geológica recopilada desde la finalización del estudio de viabilidad intermedio debe ser complementaria y confirmatoria. Si se han encontrado degradaciones espectaculares en la calidad del recurso y las reservas delineadas, el equipo del proyecto debe reagruparse y ralentizar la finalización del proyecto. Esto es particularmente cierto si los datos geológicos o los datos geotécnicos dan como resultado el cambio de planes, tarifas o diseños mineros.

Localización del proyecto

La ubicación del proyecto permanece sin cambios con respecto a la dada en el estudio de factibilidad intermedio y puede o no incluir el descubrimiento de depósitos nuevos o satélites.

Descripción geológica

En la mayoría de los casos, con la excepción de nuevos descubrimientos, la descripción geológica en lo que se refiere al proceso de metalurgia permanecerá sin cambios con respecto a la descripción dada en el estudio de factibilidad intermedio. Los nuevos descubrimientos requerirán descripciones completas y un plan para adaptarse a las diferencias imprevistas.

Programa de exploración

Los programas de exploración continuos pueden resultar en un aumento del rendimiento del proyecto o en la extensión de la vida útil de la mina. Por lo general, el efecto en las operaciones del proceso se retrasa en años futuros de operaciones y no requiere cambios inmediatos en el tamaño de la planta y / o la filosofía operativa.

En cualquier caso, la administración se ve obligada a aceptar un cierto nivel de recursos y reservas de mineral asociadas y planificar en consecuencia. Dejados a sus propias estrategias, los geólogos nunca se quedarán completamente sin aspectos positivos para el proyecto.

Muestreo y ensayo

Para el estudio de viabilidad final, la calidad de las muestras y los ensayos en lo que respecta a las muestras metalúrgicas, las muestras a granel y los compuestos debe ser de

la más alta calidad. Todo riesgo asociado con la calidad del ensayo y la representación de la muestra debe reducirse a un nivel bajo.

Caracterización física

Los diversos tipos de minerales dentro del recurso han sido completamente caracterizados y su impacto geológico y mineralógico en el procesamiento claramente identificado. Toda la producción anual planificada del proyecto puede relacionarse con las características específicas de los minerales a procesar y los matices metalúrgicos requeridos para lograr la máxima extracción de mineral y una óptima calidad del producto final.

2.11 Minería

La minería en lo que se refiere al diseño del proceso final habrá establecido un método de minería final y un nivel práctico de producción anual. Esto incluye las horas programadas de operación minera en contraste con las horas de operación de la concentradora, con capacidades de aumento apropiadamente asignadas entre las dos. Luego, el departamento de procesos puede diseñar una instalación de procesamiento que aproveche la producción de la mina y que sea complementaria al proceso de minería.

Interfaz de minería-procesamiento

El estudio de viabilidad final ilustrará la relación entre la

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

mina y las organizaciones de proceso. Se definirán claramente las responsabilidades de infraestructura, mantenimiento, operaciones de trituración, eliminación de relaves y otras actividades interfaciales y se planificarán el personal y los costos. En algunos casos, los comerciantes especializados en mantenimiento y taller trabajarán bajo un departamento mecánico / eléctrico, y estas relaciones también deberán definirse.

2.11.1 Ensayos metalúrgicos

Las pruebas metalúrgicas que conducen a la emisión del estudio de viabilidad final deben estar en las etapas finales de desarrollo y no deben esperar ningún dato crítico. Todas las variables del proceso asociadas con la conminución, clasificación, cribado, separación, deshidratación y eliminación de relaves deben identificarse claramente y contabilizarse en el diseño de ingeniería básico.

Los datos completos y confirmatorios de la planta piloto o las pruebas equivalentes a escala de laboratorio deben finalizar y ser la principal fuente de apoyo para el proyecto. Es bueno recordar que rara vez se escriben estudios de viabilidad negativos; Los estudios incompletos e inexactos se publican con demasiada frecuencia.

Ensayos metalúrgicos históricos

Todo el trabajo de prueba histórico de laboratorio

metalúrgico a escala de laboratorio o de planta piloto en lo que se refiere a lo siguiente debe incluirse en el estudio de viabilidad final:

- Muestreo y ensayo
- Transformación en polvo
- Cribado y clasificación
- Técnicas extractivas
- Deshidratación
- Grado concentrado
- Recuperación
- Reactivos y consumibles

Estas evaluaciones deben resumirse e incluirse en el estudio de viabilidad final. Es particularmente importante señalar la naturaleza confirmatoria de los datos o, en el caso de resultados contradictorios, indicar las condiciones y eventos que han llevado al cambio.

Ensayos de laboratorio contemporáneos

El volumen de trabajo de prueba metalúrgica completado en una escala de banco desde la finalización del estudio de viabilidad intermedio debe ser mínimo.

Debido a que se ha iniciado el trabajo de ingeniería básica en apoyo del estudio de factibilidad final, no es un buen augurio tener una variedad de resultados cuestionables bombardeando a

los diseñadores.

Es posible que se requiera cierto trabajo de confirmación, particularmente en las áreas de deshidratación y eliminación de relaves, pero solo desde el punto de vista de mejorar los supuestos anteriores y no de reinventar la rueda.

Luego, las pruebas de laboratorio están esencialmente completas para lo siguiente:

- Muestreo y ensayo
- Transformación en polvo
- Cribado y clasificación
- Técnicas extractivas
- Deshidratación
- Grado concentrado
- Recuperación
- Reactivos y consumibles

Pruebas de plantas piloto contemporáneas

Las pruebas de la planta piloto generalmente se completan como parte de la etapa de factibilidad final de un proyecto. Si el depósito se muestrea fácilmente a granel o si se dispusiera de muestras de núcleos de gran diámetro, la oportunidad de incluir algún trabajo en una planta piloto puede haber sido práctica en el nivel de factibilidad intermedio.

Las pruebas en plantas piloto son un tema extenso. Para

los propósitos de este capítulo, se supone que el lector está familiarizado con el diseño de la planta piloto y la dificultad de lograr resultados representativos para algunas variables de proceso cuando se trata de minerales de muy baja ley. Además, ciertas tasas de flujo de pulpa bajas no se pueden acomodar fácilmente en las plantas piloto de bombeo, tuberías y lavadoras.

Independientemente de lo bien que se vea en el papel, cualquier cosa más pequeña que una pulgada. tubo o un tubo de 2 pulg. La bomba probablemente no funcionará o causará tantas alteraciones en el proceso que los resultados serán costosos e inútiles.

Las pruebas en plantas piloto pueden ser muy caras y, a menudo, los datos no son más reveladores que los obtenidos a partir de pruebas de laboratorio bien diseñadas. Los enfoques nuevos o novedosos para la separación o trituración pueden exigir un trabajo a nivel de planta piloto y, como se mencionó anteriormente, pueden apaciguar a algunas juntas directivas corporativas.

La prueba exitosa de una planta piloto puede ser el catalizador para generar financiamiento para proyectos si se dan soluciones prácticas a las preocupaciones ambientales y mineras. La planta piloto ofrecerá datos muy valiosos para estimar los requisitos de potencia de trituración, determinar el tiempo de

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

retención del proceso casi óptimo y confirmar la elección de la suite de reactivos.

La recuperación de minerales también se determinará a un nivel muy similar al de las operaciones reales de la planta. El término planta piloto se usa como sinónimo de lixiviación de columna grande pruebas y la dedicación de ciertos circuitos de molino como plataformas de prueba.

Muestreo y ensayo. La muestra proporcionada para el trabajo de la planta piloto debe ser ensamblada meticulosamente. La planta piloto puede usarse para probar uno o más tipos de mineral, y las muestras seleccionadas deben caracterizar muy de cerca cada tipo de mineral. Dado el costo del trabajo de prueba en una planta piloto, los datos obtenidos a partir de muestras sesgadas o no representativas son "costosamente inútiles".

Transformación en polvo. Una de las piezas de información más importantes que se obtendrá de la ejecución de la planta piloto es una estimación de los requisitos de potencia de trituración. Los datos de la planta piloto confirmarán las estimaciones a escala de laboratorio de la capacidad de trituración y trituración y servirán para proporcionar una base precisa para realizar selecciones de equipos.

En minerales que tienen una metalurgia sencilla, tipos de minerales muy similares y sin características sospechosas, los

únicos datos requeridos de la planta piloto pueden ser los asociados con el diseño del sistema de trituración.

En el último caso, la selección preliminar de un proveedor para la sección de trituración del proyecto permitirá que el trabajo de la planta piloto se lleve a cabo en las instalaciones de prueba del proveedor. Por lo general, esto es menos costoso que construir una propia planta o contratar las pruebas en una instalación industrial.

Un cierto nivel de paranoia técnica es evidente en la industria, y las pruebas en el mismo proyecto se extienden a varios lugares de prueba. Lo único que se logra es confundir al lector del informe y ofrecer varias respuestas a menudo opuestas a la misma pregunta.

Cribado y clasificación. Las operaciones continuas de la planta piloto y las pruebas de lixiviación a gran escala proporcionarán datos confirmatorios para las estimaciones de liberación y proporcionarán una plataforma para el diseño de los circuitos de molienda.

Los minerales que no mostraron ningún problema físico perturbador en las pruebas de laboratorio pueden llegar a tener serios problemas de reología de la pulpa cuando se analizan muestras más grandes y confiables. La planta piloto también puede proporcionar datos útiles para elegir entre la clasificación

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

de ciclones y los clasificadores mecánicos más tradicionales. Los minerales también pueden presentar problemas de cribado peculiares, tales como un alto contenido de arcilla y / o fenómenos de tamaño, que generan placas u otras formas de partículas no conformes.

Técnicas extractivas. La planta piloto no se suele utilizar para seleccionar entre posibles técnicas de separación. Proporciona la oportunidad de insertar pasos de proceso de refuerzo, como la concentración por gravedad, antes de la lixiviación en el caso de un mineral de oro. La planta piloto confirmará la selección de la técnica del proceso y proporcionará información invaluable durante el inicio de las operaciones reales.

Deshidratación. Las pruebas para la determinación de las características de los productos de proceso para espesamiento y filtración se habrán limitado, hasta este momento, a muestras muy pequeñas de pruebas de laboratorio. Esto es particularmente cierto para los concentrados. Se espera que la planta piloto proporcione datos que sean útiles para el escalado de la planta en base a muestras de gran tamaño, que pueden recolectarse bajo una variedad de condiciones operativas.

Grado de concentrado. El uso de operaciones a escala piloto para verificar las expectativas de grado de concentrado es frecuentemente problemático, particularmente en el caso de

minerales de sulfuro de bajo grado. Las pruebas a gran escala producen pequeñas cantidades de concentrados y las plantas piloto son difíciles de operar con los flujos de pulpa limitados asociados con el intento de limpiar los concentrados a niveles comercializables. La adición de espuma, en muchos casos, también limita severamente el control del proceso. Las plantas piloto que tratan minerales de hierro de baja ley, fosfatos, plomo, zinc, carbón y minerales industriales generalmente recuperan suficiente peso en el concentrado para permitir una buena estimación de los requisitos de limpieza y reafilado.

Las estimaciones de la ley del concentrado de los resultados de la planta piloto utilizando pesos acumulados de concentrados más duros y luego realizando pruebas de limpieza de laboratorio a gran escala son aceptables cuando se corroboran con el trabajo inicial a escala de banco.

Recuperación. Los análisis de relaves obtenidos en condiciones de funcionamiento de estado estacionario producirán recuperaciones de minerales que, para la muestra analizada, son una estimación precisa de las operaciones futuras de la planta. Se puede esperar que la planta piloto proporcione datos de recuperación en una amplia gama de tasas de rendimiento, condiciones de reactivos y triturados.

Reactivos y consumibles. A partir de los datos de la

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

planta piloto, se esperan tasas de adición de reactivo, que suelen ser más bajas que las de las pruebas de laboratorio a escala de banco. Los efectos del agua recirculada a menudo mejorarán las recuperaciones y proporcionarán una visión más clara de cuál será el rendimiento futuro de la planta.

2.11.2 Criterios metalúrgicos y de proceso

Los criterios metalúrgicos y de proceso proporcionarán la base para la ingeniería básica que respaldará el estudio de viabilidad final. Los resultados no deben diferir drásticamente de los datos de viabilidad intermedios y deben estar disponibles para los diseñadores y estimadores de costos con anticipación. Los cambios significativos en cualquiera de las siguientes variables pueden ser extremadamente costosos de proyectar:

- Recuperación
- Grado concentrado
- Índice de abrasión
- Aplastabilidad
- Molienda
- Susceptibilidad magnética
- Consumo de reactivo

2.11.3 Diagrama de flujo y balance de materiales

Una pieza importante de la mitología del procesamiento de minerales dice: "Los cambios tardíos en el diagrama de flujo y

el balance de materiales son como golpes de cuchillo en el bolsillo". Si existe alguna controversia relacionada con el diagrama de flujo y el balance de materiales, debe resolverse antes de comenzar el trabajo de ingeniería básica. Las tarifas de viabilidad exorbitantes suelen estar asociadas con un cliente voluble o que no comprende el proceso de viabilidad final.

Desarrollo de hojas de flujo y balance de materiales

El diagrama de flujo y el balance de materiales, si no es el mismo que se anticipó en el estudio de factibilidad intermedio, deben finalizarse mucho antes de comenzar con la ingeniería básica, el diseño y la estimación de costos. El ejemplo incluido en la sección "Estudio de viabilidad intermedio" de este capítulo es válido para el estudio de viabilidad final y se puede copiar completo (ver Figura 2.3).

Descripción de procesos y operaciones

La descripción del proceso y las operaciones debe describir en detalle los siguientes elementos:

- Operaciones unitarias
- Programa de mantenimiento
- Programa de control de procesos
- Programa de programación

Una discusión exhaustiva de los temas anteriores en el estudio de viabilidad final conlleva un alto nivel de confianza al

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

lector de la gerencia o al esfuerzo de debida diligencia de terceros. Un conocimiento profundo del proceso junto con la planificación del mantenimiento, el control del proceso y la programación de operaciones /mantenimiento son fundamentales para el éxito de la puesta en marcha y puesta en servicio de una planta de cualquier tamaño o complejidad. Al igual que con el estudio de viabilidad intermedio, la descripción del proceso describirá el diagrama de flujo, el tamaño y la capacidad de todos los equipos principales y los resultados metalúrgicos o de producción esperados de cada paso del proceso. Siempre que sea posible, los resultados obtenidos deben referirse a las secciones apropiadas del trabajo de prueba metalúrgica.

2.11.4 Infraestructura de planta de proceso

En la etapa de factibilidad final del proyecto, el ingeniero de procesos habrá identificado y dimensionado la infraestructura del concentrador con suficiente detalle para proporcionar una base para hacer una estimación de costos detallada para cada uno. En la infraestructura típica de un molino se incluyen los siguientes:

- Ensayo y laboratorio metalúrgico
- Sistema de aire comprimido
- Sistema de aire de instrumentación
- Sistema de recolección de polvo

- Suministro de agua de proceso
- Sistema de comunicaciones
- Instrumentación de control de procesos
- Talleres y equipos de mantenimiento
- Vehículos de transporte y servicio de molinos

Los costos de los sistemas y equipos anteriores pueden ser bastante definitivos, como en el caso de los vehículos, los sistemas confiables y basados en el diseño, o el producto de datos históricos para plantas del tamaño sugerido. áreas que se abordarán y no necesariamente la precisión final de la estimación. Las asignaciones se mantendrán sin cambios hasta que se realicen estimaciones definitivas en el diseño final después de la aprobación del estudio de viabilidad final.

Eléctrico

El personal eléctrico de la planta de proceso y el personal eléctrico para respaldar las operaciones administrativas y de mantenimiento generalmente se incluyen en el capital de la planta de proceso o como un complemento del mismo. El estudio de factibilidad final incluirá una evaluación del consumo de energía de las operaciones del proceso y se permitirá la energía asociada con la infraestructura (es decir, pozos de agua, tiendas, oficinas, etc.).

Agua

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

El sistema de agua de proceso se detallará con el suministro de agua dulce caracterizado y las corrientes internas de conservación y reciclaje de agua identificadas. El sistema de agua debe diseñarse para las etapas iniciales de puesta en marcha cuando hay poca o ninguna agua de reciclaje disponible de los relaves. En áreas áridas, se deben abordar las tolerancias específicas para la evaporación, junto con la ubicación y la capacidad de extracción del recurso hídrico.

Transporte

La planta de proceso dependerá de la entrega superficial y / o aérea de suministros operativos y de mantenimiento pesado. Se debe evaluar la estructura de costos para el transporte por carretera, ferrocarril y aire y asignar rutas específicas a los suministros individuales. En los casos de ubicaciones en el extranjero o en alta mar, la carga adicional de flete marítimo, aranceles e impuestos debe contabilizarse adecuadamente en los costos de la planta de proceso o en la cuenta general del proyecto.

Comunicaciones

El sistema de comunicaciones de la planta de proceso debe estar separado del sistema de comunicaciones del proyecto si es necesario.

Con frecuencia, la planta incorporará el sistema de comunicaciones por radio de todo el proyecto, un sistema de

aplicaciones de telefonía celular y un sistema de intercomunicación interno de la planta.

Aire comprimido

Se deben identificar y permitir los requisitos de aire comprimido para purga de procesos y aire de instrumentos. Se debe recomendar a los proyectos que anticipen minerales húmedos y pegajosos que apliquen un factor de seguridad generoso a los requisitos de aire comprimido en el sentido de que “nunca hay suficiente aire” cuando se requiere un uso constante de aire para liberar conductos, rejillas y contenedores.

Es necesario identificar los requisitos de aire para instrumentos y asignarles un tamaño preliminar para incluirlos en las asignaciones de costos del proyecto. Un registro escrito de este y otros usos del aire en el estudio de factibilidad preliminar sirve como indicador para los diseñadores que seguirán el estudio de factibilidad final con la etapa de ingeniería básica.

2.11.5 Eliminación de relaves

Todas las operaciones de proceso deben abordar el tema de los relaves. Los relaves pueden variar desde el almacenamiento de productos de concentración hasta montones desintoxicados. En las primeras etapas del proyecto, el ingeniero de procesos debe colaborar con el geólogo y el ingeniero de minas para establecer las áreas más convenientes para el eventual almacenamiento de

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

productos de desecho e intentar visualizar la metodología de almacenamiento eventual.

La visita al sitio en la etapa inicial debe proporcionar una buena vista de la topografía del sitio, identificar áreas con suficiente área adecuada para acomodar un receptor de relaves y determinar el tamaño aproximado de una instalación de relaves inicial. En este momento, el área de relaves propuesta debería haber tenido una perforación de expropiación para demostrar que el depósito de relaves no interferirá con la minería en años posteriores.

Posibles configuraciones de diseño

Con frecuencia existirá, muy cerca de las operaciones del molino, un área que requiere una estructura adicional mínima para convertirse en un depósito de relaves. Comenzando con un dique de arranque, generalmente de materiales de ejecución de la mina, el proyecto puede luego expandirse con una contención hecha completamente de relaves de ciclones.

La estimación de capital inicial incluirá el costo de los diques de arranque y los sistemas de tuberías. Dados los costos asociados con el cierre, es posible que el revestimiento de la instalación proporcione un seguro contra un problema a largo plazo de vertido de agua contaminada en el sistema de aguas subterráneas.

Las instalaciones de relaves ubicadas en áreas áridas pueden tener un tamaño limitado al filtrar los relaves antes de la deposición junto con la colocación en una instalación revestida. En áreas de alta sismicidad, la gama de técnicas de construcción de presas de relaves será limitada, el diseño de ingeniería probablemente demandará métodos de construcción de presas que estén asociados con estructuras de retención de agua, estructuras que se mantengan con niveles freáticos bajos y estructuras con una alta tolerancia a eventos sísmicos y / o grandes precipitaciones.

En la etapa final de factibilidad del desarrollo del proyecto, el diseño del depósito de relaves se habrá asignado a una empresa de ingeniería geotécnica. La empresa de ingeniería será responsable del diseño preliminar, la ingeniería, la estimación del costo de capital y la definición de los requisitos de permisos para el sistema propuesto.

Operaciones

El estudio de factibilidad final incluirá un plan de operaciones para el depósito de relaves propuesto. Se deben preparar programas detallados de tuberías y llenado para que se puedan asignar al proyecto los recursos de mano de obra y equipos adecuados.

Las instalaciones de relaves bien diseñadas con materiales

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

de construcción y sistemas operativos de alta calidad a menudo se pueden operar con un mínimo de personal. Se debe identificar y planificar la filosofía de las adiciones a la estructura de relaves y la selección de contratistas internos o externos para realizar el trabajo. Los costos de los tranques de relaves, particularmente en los primeros años de un proyecto, casi siempre se subestiman, al igual que los costos de la futura remediación del embalse y / o montones y vertederos.

Algunas empresas mineras bien establecidas pueden creer que tienen suficiente experiencia dentro de sus organizaciones para diseñar sus propios depósitos de relaves. Pero un punto importante a tener en cuenta es que el diseñador debe tener un conocimiento geotécnico considerable en la construcción de presas.

En todo el mundo, casi todos los años se producen fallas de una o dos presas de relaves. Esto debería ser testimonio suficiente para motivar a todas las empresas mineras a dejar el diseño de la presa a los expertos. La demanda más reciente en Brasil resultará en un acuerdo de miles de millones de dólares, que valida la gravedad de este problema (Els 2016).

Mantenimiento

La responsabilidad del mantenimiento de rutina del depósito de relaves se asignará en el estudio de factibilidad final.

No todos los depósitos de relaves son mantenidos por la planta de proceso. Con frecuencia, el mantenimiento de las instalaciones se comparte conjuntamente entre el personal de la planta de proceso y la mina.

Gestión

El plan de manejo de la instalación se delinearé durante la etapa final de factibilidad. La planta incluirá las adaptaciones para la esorrentía y el

escurrimiento de aguas pluviales más allá de la propiedad, niveles de acumulación de agua, planes de distribución de relaves e instrumentación y monitoreo. La instalación debe tener un sistema de control de ingeniería independiente instalado para advertir de posibles fallas, minimizar la erosión, acomodar los esfuerzos de remediación futuros y minimizar el riesgo.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

CAPÍTULO 3

3 ANÁLISIS DE MERCADO PARA ESTUDIOS DE VIABILIDAD DE PROPIEDADES MINERALES

El éxito comercial de una mina depende no solo de la calidad del yacimiento, del diseño de la mina y de cómo se gestiona el yacimiento durante la extracción, sino también del entorno de mercado en el que opera la mina.

Un análisis de mercado tiene como objetivo comprender el entorno del mercado y es esencial para responder preguntas como: ¿Hasta qué punto los precios de mercado están fuera del control de una sola empresa?, o alternativamente, ¿son una o más empresas, ya sean productoras o usuarios, lo suficientemente grandes como para tener algún grado de control o influencia sobre los precios? ¿Las decisiones de desarrollar una mina influyen en el comportamiento de otros operadores de minas? Si se produce un concentrado de metal o alguna otra forma de material semiprocesado, ¿hay procesadores posteriores disponibles para tomar este producto intermedio y transformarlo en algo que los fabricantes comprarían? ¿O el desarrollo de una mina requiere la construcción de una capacidad de fundición y refinación también? Quiénes son los posibles clientes y si requieren un producto

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

estandarizado que pueda ser suministrado por muchos proveedores alternativos; ¿O requieren productos especializados? ¿Qué precio a largo plazo es apropiado para evaluar la rentabilidad potencial de desarrollar una mina?

3.1 Definición de mercados y competidores – Etapa 1

El primer paso en el análisis de mercado es definir el mercado y los competidores. La información básica necesaria para definir un mercado y realizar el análisis se resume en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Información básica para análisis de mercado

Mercados de producción, precios	<p>Forma de producto comercializable: concentrado, metal, otro; especificaciones, regulaciones, restricciones.</p> <p>Ubicación del mercado y alternativas: compradores probables, requisitos de calidad, acuerdos de compra típicos, extensión geográfica del mercado.</p> <p>Productos intermedios y usos finales: datos e información sobre los materiales, componentes y ensamblajes, y productos finales importantes para la producción de la mina; posibles sustituciones futuras.</p> <p>Producción actual y posible nueva futura: datos e información sobre la capacidad de producción existente, así como la posible nueva producción (capacidad inactiva, minas en construcción,</p>
---------------------------------	--

	depósitos conocidos, pero no desarrollados, proyectos de exploración). Precios: datos de precios, tendencias, mecanismos de precios y transparencia.
Entradas	Derechos sobre la tierra, el agua y los minerales: propiedad, términos, costos. Labor: disponibilidad, tarifas, vivienda, transporte. Transporte: acceso a la propiedad, transporte de productos. Utilidades: disponibilidad de energía eléctrica, gas natural, red versus generación de electricidad en el sitio, tarifas. Equipos y repuestos: tipos, fuentes, costos.
Gobierno	Acceso a la tierra, reglas y procedimientos de preproducción, salud y seguridad ambiental y de los trabajadores, sistemas tributarios y fiscales, cierre de minas y rehabilitación.

Adaptado de Gentry y O'Neil 1992.

Un mercado representa las interacciones de compradores y vendedores que determinan qué se produce y vende, en qué cantidades, dónde y a qué precio. Los competidores son los participantes en un mercado e incluyen cualquier entidad cuyas acciones influyan en las acciones de otros. Quién compite con quién, a su vez, se define tanto (a) geográficamente como (b) en términos de la naturaleza del producto vendido y comprado. Para ambas dimensiones del mercado, el concepto de sustitución es

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

fundamental.

La extensión geográfica de un mercado refleja hasta qué punto se puede enviar un producto y ser un sustituto a los ojos de los clientes del producto vendido por otro proveedor en una ubicación diferente.

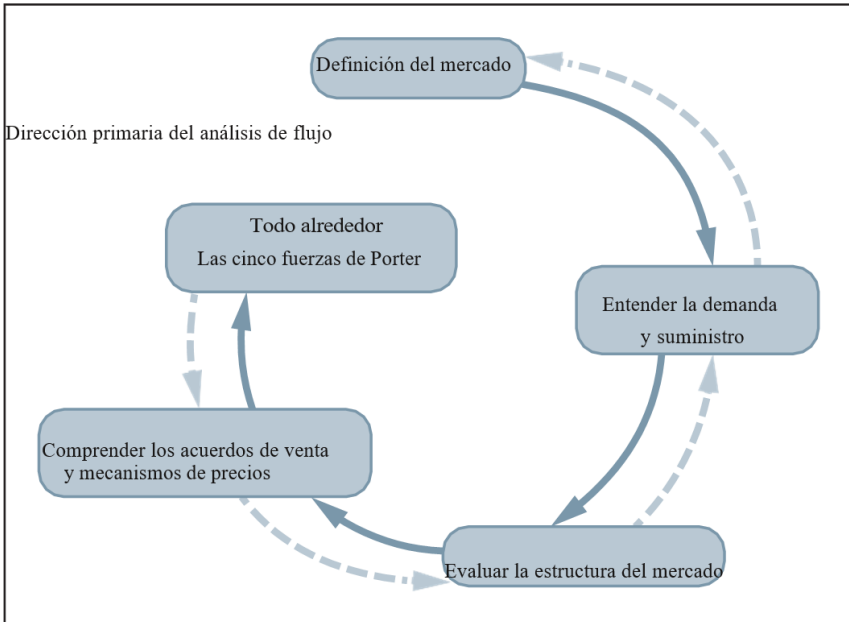


Figura 3.1 Método de cinco pasos para analizar los mercados de minerales y metales

Algunos mercados, incluidos los de la mayoría de los metales preciosos, como el cobre refinado, el plomo, el níquel, el zinc, el oro y el platino, son esencialmente mercados globales únicos porque los costos de transporte representan una pequeña parte de los costos de entrega de un producto. no importa qué tan

lejos esté el punto de uso del lugar de producción.

En estos casos, existe un precio global único para el producto. Todos los productores de cualquier parte del mundo son, de hecho, competidores. Otros mercados son regionales, como los del carbón, el mineral de hierro, los concentrados de metales y los minerales industriales a granel, porque los costos de transporte se convierten en una fracción significativa (y generalmente creciente) de los costos de entrega cuanto más lejos se envía un producto. En algún momento, los costos de transporte limitan la extensión geográfica de un mercado. En tales casos, los clientes en diferentes ubicaciones pagan precios diferentes. No todos los proveedores compiten en todas las ubicaciones. El grado de competencia entre proveedores puede ser mayor o menor en una región que en otra.

La dimensión de producto de un mercado está determinada por todos los productos que son sustitutos cercanos entre sí, nuevamente a los ojos de los clientes. Algunos productos son homogéneos, como la mayoría de los metales refinados, y se comercializan en formas, tamaños, pesos y niveles de pureza estandarizados; un lote de metal es un sustituto perfecto de mucho metal de otro proveedor. El mineral de hierro, por ejemplo, se presenta en forma de trozos, finos o gránulos, y los diferentes minerales de hierro tienen diferentes contenidos e impurezas de

hierro. Cuando se diferencian productos similares. El resultado del paso 1 en el análisis de mercado es una declaración concisa que define el mercado e identifica a los competidores relevantes para la propiedad mineral en estudio.

3.2 Comprender la demanda y la oferta – ETAPA 2

Una vez que se define la extensión geográfica de un mercado, y se identifican todos los productos que son sustitutos cercanos y los competidores en este mercado, se puede realizar una evaluación en profundidad del uso (demanda) y producción (oferta) de minerales o metales.

3.2.1 Demanda

La demanda representa la perspectiva de los usuarios. La demanda de minerales y metales se deriva de las propiedades que brindan a los materiales que, a su vez, conforman los productos finales. Por ejemplo, el cobre es el más demandado por su conductividad eléctrica; el aluminio por su baja densidad, alta resistencia y fácil conformabilidad; y zinc por la resistencia a la corrosión que proporciona a ciertos tipos de acero. El antimonio se demanda principalmente por sus propiedades ignífugas; el cobalto por su resistencia a la corrosión y abrasión, resistencia a altas temperaturas y magnetismo; y neodimio por sus propiedades magnéticas. Cada elemento tiene su propio conjunto de propiedades que se pueden utilizar en materiales, componentes y

productos finales.

Un punto de partida para el análisis de la demanda es recopilar y comprender información sobre el uso de minerales o metales. El punto de la cadena de suministro en el que se mide el uso varía de una situación a otra. Para minerales y concentrados, las estadísticas reflejan el uso por parte de operaciones metalúrgicas, a menudo fundiciones y refinerías.

Para la mayoría de los metales, las estadísticas reflejan el uso de metales refinados por los productores de productos intermedios (lingotes, aleaciones, formas, alambre, etc.). Por último, las estadísticas de uso final reflejan los productos finales y los sectores en los que se incorporan los minerales y metales. Por ejemplo, el uso de níquel en América del norte para el año 2015 puede describirse mediante tipo de producto intermedio (45% aceros inoxidable y aleados, 43% aleaciones no ferrosas y superaleaciones, 7% galvanoplastia y 5% otros) y uso final (34% transporte y defensa, 20% productos metálicos fabricados, 14% industrias químicas y petroleras, 13% equipos eléctricos, 5% construcción, 5% electrodomésticos, 5% maquinaria industrial y 4% otros) (Kuck 2016).

Estadísticas como estas deberían usarse como punto de entrada para comprender las fuerzas impulsoras detrás de la demanda de un mineral o metal. Más formalmente, piense en la

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

demanda como la relación entre (a) la cantidad de mineral o metal demandada y (b) los determinantes de esta cantidad. Los determinantes exactos de la demanda varían de un caso a otro; la siguiente es una lista de los determinantes más importantes:

- **Precio.** Normalmente se espera que cuanto mayor sea el precio, menor será la cantidad que demandarán los usuarios, y viceversa.
- **Precios de sustitutos y complementos.** Un sustituto es otro mineral, metal o material que proporciona propiedades similares a las del material en estudio. Por ejemplo, el aluminio es un sustituto potencial del cobre en aplicaciones que requieren conductividad eléctrica. El aluminio y el acero son sustitutos potenciales en los paneles exteriores de la carrocería de automóviles y camiones ligeros. Por lo general, cuanto mayor es el precio de un sustituto, mayor es la cantidad demandada del material en estudio.
- **Nivel de actividad agregada o sectorial.** Por lo general, cuanto mayor es el nivel de actividad en la economía o el sector, mayor es la cantidad demandada. El nivel de producción de acero influye directamente en la demanda de mineral de hierro. El nivel de actividad de la construcción influye en la demanda de alambres de cobre y

tuberías de latón (cobre / zinc) y otros accesorios de plomería. Para la economía en su conjunto, el nivel de producto interno bruto influye en la demanda de minerales y metales.

- **Tecnología.** Tanto las tecnologías de productos como las de procesos influyen en la demanda. En cuanto a las tecnologías de proceso, una mejora en la eficiencia de fabricación reduce los desperdicios y la cantidad de material demandado por el proceso de fabricación. Como ejemplo el indio proporciona un análisis, a fines de la década de 1990 y principios de la de 2000, la demanda de indio aumentó junto con la demanda de pantallas planas en televisores y monitores de computadora. En estas pantallas se utilizan películas delgadas de óxido de indio-estaño.

A principios de este período, solo alrededor de un tercio del indio que los fabricantes compraron terminó en películas delgadas; el resto se desperdició en el proceso de pulverización catódica (un poco como pintura en aerosol). El aumento de la demanda de indio llevó a precios más altos, lo que a su vez llevó a esfuerzos para ser más eficientes en el uso del indio en el proceso de fabricación.

- **Política gubernamental.** Las políticas pueden servir para aumentar o reducir la demanda de un mineral o metal. Las políticas gubernamentales para reducir la contaminación del aire alentaron o exigieron el uso de convertidores catalíticos con motores de combustión interna para reducir la emisión de gases tóxicos.

Los convertidores catalíticos utilizan platino, paladio y rodio, por lo que estas políticas estimularon la demanda de estos materiales. Por el contrario, las políticas gubernamentales desalientan o prohíben el uso de plomo en pinturas, combustibles para motores y muchas otras aplicaciones, además de en baterías de automóviles, porque el plomo (principalmente óxido de plomo) es venenoso para los seres humanos y muchos animales.

- **Expectativas.** La demanda está influenciada por las expectativas. Si los usuarios o inversores, por ejemplo, esperan que los precios suban en el futuro, pueden aumentar las compras de un metal hoy para evitar pagar un precio más alto en el futuro, lo que aumenta la demanda actual en comparación con lo que hubiera sido de otra manera (y viceversa). Identificar y comprender los

determinantes específicos de la demanda del mineral o metal que está produciendo la mina es importante para evaluar cómo puede cambiar la demanda en el futuro, una vez que la mina entre en producción.

3.2.2 *Suministro*

La oferta representa la perspectiva de los productores. Un punto de partida para el análisis de la oferta es recopilar y comprender información sobre la producción de minerales o metales. Un conjunto de datos básicos debe incluir la capacidad de producción existente y los costos por instalación y empresa. Un conjunto de datos ampliado debe incluir información sobre proyectos en exploración y en desarrollo, que tienen el potencial de entrar en producción en el futuro, así como minas e instalaciones de procesamiento que están programadas o se espera que cierren.

Para muchos, si no la mayoría de los minerales y metales, la construcción de estos conjuntos de datos es difícil de hacer por uno mismo. Para los metales preciosos o básicos, lo que se necesita es un conjunto de datos mundial, que ilustre dónde se ubicará el costo de producción en una serie de costos. A las empresas les gustaría que sus costos se ubicaran en el cuartil más bajo del costo para ser viables durante las recesiones en los mercados de minerales y metales.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Gran parte de los datos no están disponibles de forma pública o gratuita. La recopilación de esta información requiere un conocimiento detallado de la industria. Como resultado, muchos analistas confían en la información desarrollada por firmas consultoras que se especializan en recopilar y organizar datos sobre minas en operación, así como en proyectos de exploración y desarrollo de minas.

La información de los conjuntos de datos básicos y ampliados debe usarse como un punto de entrada para comprender las fuerzas impulsoras detrás del suministro de un mineral o metal. Piense en la oferta como la relación entre (a) la cantidad de mineral o metal ofrecido y (b) los determinantes de esta cantidad. Los siguientes determinantes se encuentran entre los más importantes:

- **Precios.** Normalmente, cuanto más alto es el precio que recibe un productor por suministrar un producto, mayor es la cantidad que le gustaría ofrecer, y viceversa.
- **Costos.** Por lo general, cuantos más altos son los costos en los que incurre un productor, menor es la cantidad que le gustaría suministrar, y viceversa. Los costos vienen en diferentes variedades. Los costos de capital hacen posible las operaciones e incluyen los costos de terrenos, edificios, equipos y otros elementos relacionados, tanto antes de la

extracción como durante la extracción para restaurar o reemplazar las instalaciones que se desgastan. Los costos operativos se incurren durante la extracción y el procesamiento, son una función de la tasa de producción e incluyen elementos como mano de obra, explosivos, combustible, electricidad, reactivos químicos y repuestos.

- **Tecnología.** La naturaleza de los procesos y habilidades utilizados para descubrir, evaluar, extraer y procesar un recurso mineral influye en lo que es posible en un sentido técnico e influye significativamente en los costos de producción. Una innovación técnica o una mejora en la tecnología reduce los costos de producción.
- **Política gubernamental.** Las políticas pueden alentar, desalentar o ser neutrales con respecto a la exploración minera, el desarrollo de minas y la minería. Las políticas influyen en el desarrollo de una mina y, de ser así, en cómo se explota. Las políticas influyen en la asignación de riesgos. Se puede pensar que las políticas reducen o aumentan los costos de producción en relación con un mundo sin políticas o políticas neutrales.
- Las políticas relevantes van desde aquellas diseñadas para la economía en su conjunto (como leyes y reglas comerciales básicas, impuestos a las empresas), las que

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

rigen el uso de la tierra y el medio ambiente (ya sea que la minería esté involucrada o no) y, finalmente, las diseñadas específicamente para la minería. (como regalías mineras y recuperación de minas).

- **Guerras, huelgas, disturbios civiles, catástrofes naturales, etc.** En el corto A largo plazo, el suministro de metales a veces se ve limitado por guerras, huelgas, disturbios civiles y otras interrupciones de las operaciones existentes.
- **Expectativas.** Finalmente, las expectativas influyen en la oferta. A corto plazo, si los vendedores esperan que los precios aumenten en el futuro, pueden retener los suministros en el presente para aprovechar los precios futuros más altos, y viceversa. A largo plazo, si los vendedores esperan que los precios suban en el futuro, pueden invertir en capacidad de producción adicional que aproveche los precios futuros más altos; si los vendedores esperan que los precios caigan, es posible que decidan no renovar la capacidad existente depreciando, lo que conducirá a una menor capacidad de producción en el futuro.

Identificar y comprender los determinantes específicos de un suministro de metal o mineral en particular es importante para

evaluar cómo puede cambiar el suministro en el futuro, después de que una propiedad mineral que se está evaluando entre en producción.

Para muchos minerales y metales, la producción conjunta y el reciclaje son partes importantes del suministro, además de los suministros de las minas de un solo producto. Cuando esto ocurre, la producción conjunta y el reciclaje deben incluirse en el análisis de la oferta. La producción conjunta ocurre cuando se producen múltiples productos en una sola operación.

Hay tres tipos de productos conjuntos: productos principales, subproductos y coproductos. Un producto principal es tan importante para la viabilidad comercial de una mina que la mina se diseña, optimiza y opera en torno a este producto y sus precios y mercados. Un subproducto, recuperado junto con un producto principal, es tan poco importante para la viabilidad comercial general de la mina que sus precios y mercados tienen, como mucho, un pequeño grado de influencia en el diseño de la mina y el nivel de producción de mineral.

La recuperación de un subproducto depende de si el precio del subproducto es suficiente para cubrir solo los costos adicionales de recuperar el subproducto en lugar de dejarlo en un flujo de desechos. Todos los costos compartidos, en efecto, corren a cargo del producto principal. Los coproductos representan un

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

caso intermedio. Cada uno de los dos o más coproductos influye significativamente en la viabilidad comercial de una mina, y los precios de todos los coproductos determinan conjuntamente el nivel de extracción.

Una idea económica clave cuando se produce una producción conjunta es compartir los costos entre dos o más minerales o metales. Compartir los costos, a su vez, significa que la producción de subproductos o coproductos de un mineral o metal generalmente tiene costos de producción más bajos que el mismo mineral o metal producido como producto principal o producto individual.

El molibdeno, cuyo uso principal es como elemento de aleación en varios tipos de hierro y acero, se recupera como subproducto o coproducto en las minas de cobre y también como producto principal o producto único en minas de molibdeno. Varios metales especiales se producen única o predominantemente como subproductos. Por ejemplo, el germanio y el indio se recuperan casi en su totalidad como subproductos de las operaciones metalúrgicas del zinc.

Cuando un material se produce únicamente como subproducto, su disponibilidad y suministro están determinados no solo por las condiciones del mercado de subproductos, sino también por la evolución del mercado de los principales

productos asociados. Considere el cobre y el telurio. Casi todo el telurio producido cada año es un subproducto menor de la fundición y refinación de minerales de cobre.

Reciclaje, conocida como producción secundaria, tiene dos materias primas muy diferentes: residuos de fabricación y productos al final de su vida útil. La disponibilidad de metal procedente del reciclaje de los desechos de la fabricación depende sustancialmente de la eficiencia (o más bien, de la ineficiencia) de la fabricación.

La producción de metal fundido (vertido de metal líquido en formas) generalmente genera pocos residuos para reciclar; probablemente el 90% o más del metal introducido en el proceso se convierten en metal fundido. Por el contrario, la producción de metal forjado, que genera formas metálicas a partir de láminas de metal, suele ser menos eficiente y genera volúmenes importantes de recortes disponibles para reciclar.

Los costos de reciclar los desechos de fabricación suelen ser bajos en relación con la producción de metales de las minas porque el reciclaje evita todos los costos de la minería y el procesamiento inicial. Como resultado, la mayoría de los desechos de fabricación generados en un período de tiempo determinado se reciclan razonablemente poco después de su generación. Además, el hecho de que se produzcan reciclados de

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

residuos de fabricación no suele ser sensible a los cambios de precio del metal en cuestión, dados los bajos costes del reciclado.

Las características del suministro de metal proveniente del reciclaje de productos al final de su vida útil son bastante diferentes del reciclaje de los desechos de fabricación: no todo el metal disponible para el reciclaje se recicla, y el hecho de que se produzca el reciclaje depende en gran medida del precio. Las cantidades disponibles para reciclar dependen significativamente del uso pasado de metal en los productos y de la vida útil de estos productos.

Cuanto mayor sea el nivel de uso anterior y menor la vida útil del producto, mayores serán las cantidades disponibles para el reciclaje potencial en relación con la demanda actual. Si estas cantidades realmente se reciclan depende del precio del metal en relación con los costos de reciclaje, que a su vez están influenciados por (a) la facilidad o dificultad de recolectar, clasificar y transportar productos a las instalaciones de reciclaje y procesamiento y (b) la complejidad del material de los productos. Recolección, clasificación, y el transporte de productos suele tener costos más bajos en las zonas urbanas que en las rurales, debido a las mayores densidades de población.

Cuanto más simple sea el producto, menores serán los costos probables de reciclaje. La política del gobierno a veces

juega un papel crítico en si se produce el reciclaje, por ejemplo, las regulaciones que requieren el reciclaje de baterías de plomo-ácido. La producción conjunta también es un tema importante en el reciclaje. Los recicladores no están interesados tanto en reciclar un metal en particular como en maximizar las ganancias de todos los materiales reciclables en un producto desechado.

Para las lámparas fluorescentes, el vidrio es el material principal, y un mercado bien establecido y un precio aceptable para el vidrio reciclado alentarían el reciclaje de materiales de fósforo de tierras raras, que por sí mismos no son lo suficientemente valiosos para justificar el reciclaje de lámparas fluorescentes.

3.2.3 *La oferta y la demanda determinan el precio y la cantidad*

En los mercados que funcionan bien, la oferta y la demanda, o más precisamente, los compradores y vendedores informados por los determinantes subyacentes de su comportamiento, interactúan para determinar el precio y la cantidad producida y consumida.

Con el tiempo, los precios y las cantidades cambian en respuesta a cambios en los determinantes subyacentes de la oferta y la demanda. Exactamente cómo y en qué medida cambian los precios y las cantidades depende del período de tiempo de ajuste

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

y de las limitaciones del ajuste en diferentes situaciones. Los conceptos de corto y largo plazo ayudan a aclarar la naturaleza del cambio.

Los de corto plazo es un período de ajuste en el que algo es fijo o inmutable. Para un productor, normalmente la capacidad de producción se fija a corto plazo.

Para un consumidor, la planta y el equipo que utiliza un mineral o metal como insumo son fijos (por ejemplo, una acería para el mineral de hierro, una fábrica de alambre para el cobre metálico). Por tanto, tanto los productores como los usuarios se ven limitados a corto plazo a ajustar la tasa a la que utilizan su capacidad para producir o utilizar un mineral o un metal.

Una consecuencia de estas limitaciones a corto plazo es que los precios de los minerales y metales tienden a ser volátiles de un año a otro. Los precios de los metales pueden duplicarse, triplicarse o más en dos o tres años. Los usuarios de metal; por ejemplo, los fabricantes de automóviles, están limitados por los diseños de automóviles existentes y los requisitos de metal asociados.

Los productores de metales también están limitados. Incluso si la demanda de automóviles aumenta más de lo esperado debido a un crecimiento macroeconómico más fuerte de lo esperado, los productores de metales no pueden expandir la

producción más allá de su capacidad en el corto plazo. Como resultado, la forma en que los mercados se ajustan a un aumento inesperado de la demanda es a través de precios más altos.

Cuando los precios caen, pueden caer significativamente a corto plazo porque tiene sentido comercial que los productores continúen produciendo siempre que reciban ingresos que cubran todos sus costos operativos, incluso si los ingresos son insuficientes para cubrir los costos totales, incluido el reembolso del capital. El largo plazo es un período de ajuste en el que todos los factores de producción son variables. Los propietarios de activos pueden decidir cerrar permanentemente una instalación. Esta nueva capacidad puede ser expansiones de minas existentes o desarrollo de depósitos conocidos, pero no desarrollados

El concepto de largo plazo es esencial para pensar en qué precio usar para evaluar la viabilidad comercial de desarrollar un depósito mineral en una mina, un proceso que toma de 5 a 10 años o más incluso después de que la exploración ha descubierto y el análisis de factibilidad ha demostrado un mineral.

La reserva cumple con la posibilidad de proyectar los precios volátiles (a corto plazo) de los metales en el futuro. La dificultad de proyectar el nivel y el momento de la volatilidad futura de los precios con algún grado de confianza, los analistas estiman un precio a largo plazo basado en los costos totales de la

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

producción de las minas existentes y los costos probables de producción. Las operaciones existentes y posibles nuevas, y sus tasas de producción asociadas, se organizan de bajo costo a alto costo. La estimación de un precio a largo plazo es el costo total de la operación que solo satisface la demanda total esperada en el futuro. Los resultados del paso 2 son declaraciones concisas y resúmenes de datos de:

- Mercados de uso final y determinantes de los cambios a lo largo del tiempo en la demanda;
- Productores existentes, posibles nuevos productores, costos de producción y determinantes de los cambios a lo largo del tiempo en la oferta (aquí es especialmente importante si los costos de producción serían relativamente bajos o altos en comparación con las nuevas operaciones existentes y potenciales);
- La magnitud y el momento de la volatilidad histórica de los precios de un año a otro; y
- Una estimación del precio a largo plazo con el que comparar los costos de producción estimados en la propiedad minera que se está evaluando.

3.3 Evaluación de la estructura del mercado – Etapa 3

La etapa dos trató la producción y el uso de minerales y

metales por separado. El paso tres los une. Se centra en la estructura de producción y uso y en cómo las diferentes estructuras del mercado dan como resultado diferentes tipos de comportamiento y estrategias entre los participantes del mercado.

Entre las muchas características de la estructura del mercado, tres son clave:

- **Concentración de la industria, determinada por el número y la distribución del tamaño de los vendedores y compradores.** Cuanto mayor sea el número de vendedores y compradores, y cuanto más parecidos sean en tamaño, menor será la probabilidad de que un solo vendedor o comprador tenga un efecto significativo en el precio, y menos concentrada será la industria. Cuanto menor es el número de empresas y menos iguales en tamaño, más concentrada es la industria.
- **El grado en que los productos y la diferenciación.** Se produce la diferenciación de productos cuando productos similares tienen diferencias de un proveedor a otro. Como se indica en la sección la etapa uno, los metales refinados, que son más del 99% de metal puro, son casi idénticos de un proveedor a otro; son sustitutos perfectos desde la perspectiva de los compradores. Los minerales y concentrados, por el contrario, varían de un proveedor a

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

otro en términos de grado, impurezas y otras características; a pesar de que existe cierta sustituibilidad de un mineral o concentrado a otro a los ojos de los procesadores posteriores, los diferentes minerales y concentrados no son sustitutos perfectos. Un concentrado de bajo grado requerirá más concentrado para producir la misma cantidad de metal en comparación con un concentrado de alto grado.

Un concentrado con impurezas difíciles de procesar será menos deseable que un concentrado con impurezas fáciles de eliminar. Estas diferencias en la ley del concentrado y las impurezas se reflejarán en precios más bajos o tarifas de procesamiento más altas para los concentrados de menor calidad. De manera más general, cuanto mayor es el grado de diferenciación de productos, menor es la intensidad de la rivalidad en ese sector.

- **La presencia o ausencia de barreras de entrada y salida.** Las barreras de entrada son características de un mercado que dificulta la entrada de nuevas empresas en el mercado, protegiendo a los productores existentes (a menudo denominados titulares) de la competencia. Cuanto

más grandes sean las barreras de entrada, más lento la velocidad y el grado de entrada en los mercados en los que los operadores tradicionales obtienen beneficios que atraen la entrada y la rentabilidad de los operadores establecidos será más sostenible.

Las barreras de salida son características del mercado que disuaden a las empresas de salir de un mercado incluso cuando están perdiendo dinero y les gustaría hacerlo, lo que hace que la competencia sea más intensa y la rentabilidad de otras empresas más baja que de otro modo.

Las formas importantes de barreras de salida incluyen altos costos de salida (como acuerdos con la mano de obra para hacer grandes pagos de indemnización a los trabajadores), activos con bajo valor de reventa o rescate y requisitos gubernamentales que pueden diferirse si continúan operando (por ejemplo, costos finales de cierre de mina).

Cuanto mayores sean las barreras de salida, mayor será la propensión a un exceso de capacidad de producción persistente durante las recesiones económicas y menores las ganancias probables de operar en este sector.

Estas características estructurales de los mercados definen una serie de tipos de mercados idealizados que, si bien no se ajustan exactamente a ningún mercado específico, centran nuestra

atención en tendencias importantes en la forma en que funcionan los mercados reales.

3.4 Competencia perfecta y monopolio

En competencia perfecta, hay (a) muchos compradores y vendedores, (b) productos homogéneos e idénticos y no hay barreras de entrada y salida. Estas características estructurales conducen a lo siguiente:

- **Comportamiento de toma de precios.** El gran número de compradores y vendedores significa que ningún vendedor o comprador tiene una influencia apreciable por sí mismo sobre el precio. Todos los participantes del mercado son "tomadores de precios" en el sentido de que simplemente aceptan el precio que el mercado determina a través de las interacciones independientes de todos los vendedores y compradores.
- **Perfecta sustituibilidad.** Dado que todos los productores ofrecen productos homogéneos e idénticos, todos los productos son sustitutos perfectos entre sí a los ojos de los compradores, lo que intensifica el grado de competencia.
- **Beneficios que se compiten rápidamente.** Las ganancias acumuladas por una empresa establecida fomentan la entrada de empresas que buscan obtener ganancias por sí

mismas. Si la entrada es fácil, la entrada ocurre rápidamente, expandiendo la oferta, bajando los precios y reduciendo o incluso eliminando cualquier beneficio más allá de los beneficios mínimos aceptables requeridos por los inversores y propietarios de activos.

En un monopolio, las características estructurales son polos opuestos. Hay (a) un proveedor, un producto único sin sustitutos cercanos, y (c) barreras de entrada significativas, todas las cuales juntas conducen a lo siguiente:

- **Comportamiento de búsqueda de precios.** Un monopolista busca su precio óptimo, que normalmente será más alto que si el mercado del mismo producto fuera perfectamente competitivo. Un monopolista no es completamente libre de elegir cualquier precio. Está limitado por la demanda del mercado y sus propios costos de producción. Un monopolista generalmente sigue un proceso de prueba y error para determinar un precio que es más alto que el que existiría en un mercado perfectamente competitivo, pero no tan alto como para alentar una sustitución significativa de su producto o para alentar una entrada significativa a largo plazo.
- **Sustituibilidad imperfecta.** Un producto que es único no tendrá sustitutos y, por lo tanto, los usuarios tendrán poca

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

flexibilidad para evitar pagar el precio que cobra un monopolista. En la práctica, casi todos los productos tienen algún tipo de sustituto y, por lo tanto, el problema es la relativa disponibilidad de sustitutos.

- **Beneficios sostenibles.** Las barreras de entrada significativas dificultan que los participantes repliquen las actividades del monopolista rentable. Durante un período de tiempo significativo, un monopolista está protegido del efecto de reducción de beneficios de la entrada.

La competencia perfecta y el monopolio son versiones simplificadas de la realidad. Pocos o ningún mercado real se ajustan precisamente a sus requisitos estructurales. Sin embargo, estos modelos de mercado centran nuestra atención en tres atributos importantes de mercados más realistas y complicados: (a) el grado de que una empresa individual controla el precio al que vende o compra su producto, (b) el grado a qué productos de diferentes proveedores son sustitutos entre sí, y (c) el relativo facilidad o dificultad de entrada y salida y la probabilidad resultante de rentabilidad sostenible.

Decidir si convertir un depósito mineral en una mina depende no solo de las características del depósito, sino también en el entorno del mercado para los productos que la mina vender. Este capítulo sugiere un marco de tres pasos para el análisis de

mercado: definir el mercado y competidores, comprender la oferta y la demanda, caracterizar la estructura del mercado. Como se ha señalado al principio, los pasos no son estrictamente secuenciales y lineales. Se superponen hasta cierto punto y las inferencias extraídas durante un paso pueden requerir la reconsideración de las inferencias extraídas en un paso anterior.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

CAPÍTULO 4

4 CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES DURANTE LA ETAPA DE VIABILIDAD

4.1 Conceptos iniciales para especialistas no ambientales

Los problemas relacionados con el medio ambiente fueron a menudo los más desatendidos en el desarrollo de proyectos de minería y energía en las décadas medias y posteriores del siglo XX. La planificación ambiental prudente para los impactos de la minería, la mitigación del impacto y la recuperación y el cierre generalmente pueden ahorrar cientos de miles o incluso millones de dólares en los resultados finales a lo largo de la vida del proyecto. La gestión financiera durante las operaciones puede resultar en informes anuales más atractivos de la empresa minera, con el beneficio adicional para los accionistas del progreso en un conjunto de proyectos “verdes”, sostenibles y rentables.

Por lo tanto, tiene sentido que los miembros del personal de la empresa minera, inversionistas y los estudiantes vean la planificación ambiental y los impactos potenciales de un proyecto de cierta manera. A continuación, se ofrecen consejos desde la perspectiva del personal de la empresa minera al momento de contemplar un proyecto.

La Figura 4.1, que muestra un sitio prospectivo para un

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

proyecto minero desde la perspectiva de la empresa minera, muestra dónde encajan la planificación ambiental y los permisos.

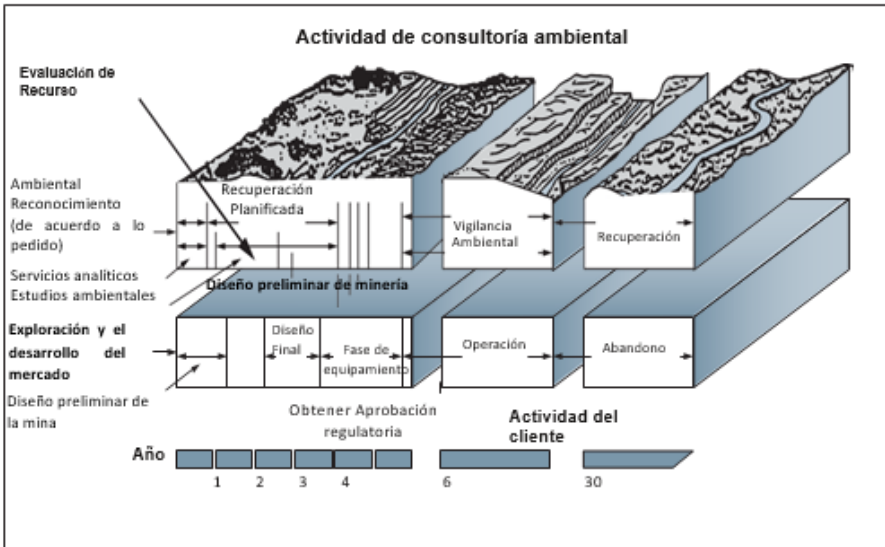


Figura 4.1 Planificación ambiental y permisos (flecha grande) según encaja en la secuencia de desarrollo minero en un sitio prospectivo

Fuente: CDM 1980

Inicialmente, es útil ver esos impactos potenciales de la minería en términos de gestión de recursos físicos durante el desarrollo de la mina, como:

- Aire, incluido el ruido, el polvo y las concentraciones de sustancias químicas en el aire que afectan la calidad de vida, lo que puede afectar la salud humana y los riesgos ambientales.
- Agua, tanto superficial como subterránea, y el sedimento en

arroyos y lagos, y planes generales de gestión del agua para el proyecto.

- Suelos y rocas subyacentes, la geología superficial y del lecho rocoso.
- Uso del suelo en términos de uso de la tierra presente y futuro (posterior a la minería) y recuperación de la tierra, incluidos los componentes anteriores.

Contamos con los recursos biológicos como:

- Los componentes biológicos y físicos del área suelos tales como vegetación erosionada, microbios y otros organismos del suelo, así como la fertilidad que se conservará para la recuperación futura y las características geotécnicas para la construcción.
- Vegetación y vida silvestre (en adelante flora y fauna), incluyendo todas las plantas y animales catalogadas en el área, especialmente aquellas que pueden estar amenazadas o en peligro de extinción o especies sensibles, e incluso insectos
- Ecología acuática, organismos en el agua superficial y sedimentos en el agua (lagos, estanques, arroyos, humedales e incluso aquellos en aguas subterráneas y áreas húmedas, como en Australia).

Y finalmente, considere los recursos humanos que podría verse afectado:

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

- La gente local y regional, o más científicamente, la demografía de la población y su socioeconomía, incluida la estructura por edad y sexo, el empleo, los ingresos y cuestiones demográficas relacionadas.
- La población sociocultural características, como grupos sociales, historia, religión, origen, tradiciones y prácticas, tribus, puntos de vista sobre el desarrollo, gobernanza y cuestiones similares.
- Los recursos históricos y arqueológicos (culturales) en el área del proyecto de potencial importancia, que puede requerir un tratamiento especial durante el desarrollo (e incluso a veces recursos paleontológicos o fósiles, que pueden existir en el lecho rocoso o sedimentos)
- Usos de la tierra tradicionales y artesanales y relaciones con los usos actuales de la tierra y el desarrollo minero planificado
- Arreglos modernos hechos por humanos, como transporte, energía y otra infraestructura cuestiones.
- Visual y estético recursos y cómo el desarrollo del proyecto podría afectar las vistas, las vistas, la calidad del aire y la bruma, el humo, el ruido y percepciones humanas similares.

Por tanto, un proyecto necesita estudios ambientales de referencia en muchas o todas las áreas anteriores, que están resaltadas en negrita, para documentar las condiciones que

existían antes de que se desarrollara la mina. Estos estudios ayudarán a demostrar, durante y después de que el proyecto minero haya terminado, que el desarrollo de estos recursos naturales solo ha tenido ciertos impactos antes y después documentados.

Es importante que la operación propuesta no cargue con los problemas de otros, ya que los impactos futuros se predicen o contabilizan. Y, además, niveles ambientales de fondo de metales en el agua y el suelo en un área mineralizada, por ejemplo, ya puede ser más alto que los niveles de acción regulatoria para el estado, provincia o país, y se necesita información de referencia para fundamentar este punto antes de que comience el desarrollo.

Mitigación, definido como las cosas que un operador puede hacer para minimizar o eliminar un impacto cambiando alguna parte del proyecto o la forma en que opera, se utiliza para compensar los impactos. Por ejemplo, una empresa puede mitigar los impactos visuales de un gran volumen de roca estéril rellenándola en una abertura o pozo, y luego realizar recuperación y cierre en ese pozo mediante la aplicación adecuada de la capa superior del suelo, la replantación de la cubierta vegetal (si ese es el uso futuro de la tierra) y el monitoreo de las condiciones de la superficie y del subsuelo.

Por supuesto, los costos de toda esta actividad se

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

equilibran con los beneficios que aporta, tanto tangibles como intangibles, al resultado final del proyecto minero. Y requisitos de permisos ambientales como se negocie, por supuesto, dictará muchos gastos de capital o costos operativos para asuntos ambientales.

Utilizando los principios ambientales básicos anteriores, las siguientes secciones examinan las tres etapas del desarrollo del proyecto y cómo se gestionan mejor las consideraciones ambientales. Algunos de los términos anteriores se definen con más detalle y se ofrecen consejos sobre cómo se pueden manejar ciertos problemas.

4.2 Viabilidad Preliminar

4.2.1 Tipos de estudios de planificación

Se utilizan varios términos para los estudios ambientales y de otro tipo realizados por miembros del personal de la empresa o consultores durante la etapa preliminar de factibilidad. La siguiente es una lista de algunos de los más comunes y sus diferencias y similitudes:

- **Estudio de alcance.** Este es un vistazo rápido, generalmente en el espacio de unas pocas semanas, sobre una base de escritorio, a los problemas ambientales clave que puede enfrentar el proyecto y algunas estimaciones cualitativas de riesgo.

- **Análisis de fallas fatales o reconocimiento ambiental.** Similar al estudio de alcance, pero con un enfoque en los problemas de "detener el proyecto", este análisis puede descubrir una falla fatal en la planificación del proyecto.
- **Planificación de permisos.** Es necesario un estudio más largo, que generalmente toma dos o tres meses, para evaluar los permisos ambientales para el aire, el agua, el uso de la tierra y otros asuntos requeridos para el proyecto y para desarrollar un programa de permisos y participación pública aproximado y coordinado. Se puede contactar brevemente a las agencias reguladoras.
- **Análisis de riesgos y responsabilidades medioambientales y de permisos.** Como parte de uno de los Al ceder los estudios, la gerencia puede solicitar un análisis de riesgo ambiental y de permisos, enumerando áreas de riesgo técnico en permisos, programación y gastos, y proyectando niveles cuantitativos de riesgo, costo y demora en términos de porcentaje, dinero y meses.

Uno o más de estos estudios se pueden realizar en la etapa previa a la construcción o en las etapas iniciales de planificación del proyecto para evaluar la factibilidad.

4.2.2 Problemas y percepciones globales

Desde el inicio, todos los proyectos mineros modernos,

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

especialmente en esta segunda década del siglo XXI, deben tener en cuenta los temas ambientales globales de sustentabilidad, mantenimiento de la biodiversidad en el escenario del proyecto y asuntos similares.

Por ejemplo, manteniendo biodiversidad—Es decir, intentar mantener la diversidad de flora y fauna durante y después del desarrollo en el marco de un proyecto: es un concepto relativamente simple que utiliza datos de referencia y de impacto. Si una planta o una especie animal sensible se elimina o se aleja debido a la actividad minera, la biodiversidad se ve afectada.

La mitigación puede requerir estudios de línea de base especiales, reubicación de especies, programación de operaciones o alteración durante ciertas estaciones del año, compra de un nuevo hábitat compensatorio o similar.

El personal de operaciones debe abordar la biodiversidad y otros problemas ambientales globales, que pueden estar ganando prominencia actual durante varias fases: (1) a medida que se planifica inicialmente un proyecto, (2) cuando se consideren expansiones o cierres parciales, (3) cuando se revisen las adquisiciones, (4) cuando se contacte a agencias y organizaciones no gubernamentales (ONG) para conocer sus opiniones, y (5) cuando se contemple la recuperación y el cierre.

4.2.3 *Prestamistas y responsabilidad de los prestamistas*

Los detalles del financiamiento de proyectos se analizan en otra parte de este manual. Sin embargo, desde una perspectiva medioambiental, los prestamistas suelen estar muy interesados en los riesgos relacionados con un proyecto en el futuro porque algunos problemas a menudo se convierten en frustrantes "impedimentos del proyecto" o "demoras" que son difíciles de resolver.

Los análisis de diligencia debida ambiental frecuentemente concluyen con una sección sobre riesgos. A medida que se evalúa un problema potencial, los miembros del personal del proyecto de la mina y los inversores han encontrado las siguientes definiciones de riesgo útiles en la toma de decisiones ambientales:

- **Riesgo bajo.** Es poco probable que ocurra el problema, y si ocurre, los sistemas afectados se refuerzan con contingencias adecuadas, ingeniería e información detallada de costos.
- **Riesgo medio.** Existen riesgos promedio y existe un buen potencial para que el problema deba abordarse en algún momento. Estos riesgos son típicos de la industria, pero requieren un escrutinio continuo, porque pueden causar impactos en el flujo de efectivo lo suficientemente importantes como para ocasionar una divergencia notable de los modelos económicos y trabajo y gastos adicionales

inesperados para el personal.

- **Alto riesgo.** Los riesgos que tienen una alta probabilidad de ocurrir se consideran inaceptables; Es probable que se produzca un problema importante o una divergencia del plan. Los impactos en el servicio a los compromisos financieros y el desarrollo de proyectos requerirán un trabajo adicional significativo. Estos riesgos se denominan con frecuencia "fallas fatales".

Por lo tanto, un análisis de diligencia debida ambiental a menudo calificará los riesgos notables en los sectores de calidad ambiental, de modo que los prestamistas puedan ser asesorados y los prestamistas puedan, a su vez, consultar al personal del proyecto.

4.2.4 Vinculación

La recuperación y cierre se requiere en casi todos los proyectos mineros y se requiere cada vez más en proyectos internacionales con posibles responsabilidades y atención de ONG. El vínculo, o garantía, es una garantía financiera de que se cumplirán la recuperación y el cierre requeridos en virtud de los permisos de las agencias reguladoras y otros compromisos voluntarios del operador, sin perjuicio de la viabilidad financiera del proyecto y su patrocinador al cierre. Algunos otros términos también se aplican a los documentos de vinculación:

- El vínculo permiso recibe el permiso de la agencia reguladora basado en la publicación de la fianza.
- Garantía puede referirse a los propios documentos de fianza o a la compañía de seguros como el deudor o principal respaldando el vínculo.
- Una obligación es la parte (generalmente una agencia estatal o federal para proyectos mineros en tierras públicas) a quien se le paga el monto del bono, si la empresa minera en operación pierde su obligación de reclamar y cerrar en condiciones comerciales normales.
- Pérdida es ese acto de incumplimiento, por el cual el obligante puede "exigir" la fianza.
- Devengos son los fondos de la empresa, en papel o en cuentas de efectivo reales, acumulados durante las operaciones, a menudo por unidad de producción, que se utilizarán para la recuperación y el cierre posteriores.

4.2.5 Compromiso Corporativo y Calidad

Un tema clave con respecto a la protección ambiental de un proyecto es el compromiso público de la corporación. Los accionistas y otras personas que revisan un proyecto y la reputación de una empresa minera a menudo buscan una declaración firmada por el director ejecutivo: una política medioambiental corporativa, basada en el compromiso a una

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

gestión ambiental, asegurando al mismo tiempo la salud económica de las empresas. Esto podría describirse como un compromiso corporativo con calidad del medio ambiente.

Pueden existir políticas relacionadas con respecto a la salud y seguridad de los empleados, la participación de la comunidad y problemas similares de tipo sustentable.

Los revisores de un proyecto minero en particular también evalúan el progreso real sobre el terreno y las acciones que respaldan la declaración de política y encuestarán las opiniones de las agencias reguladoras, los grupos locales y otras partes interesadas.

Un punto interesante de trivía con respecto a la calidad y el desempeño de los minerales se refiere especialmente al carbón y los minerales industriales, a pesar de la calidad variable de los recursos de petróleo y gas.

El carbón especialmente no se considera fungible o intercambiable como mineral energético; es decir, los recursos de carbón varían en contenido de humedad y cenizas, valor calorífico y contenido de materia mineral y elemental, dependiendo de su naturaleza y de su procesamiento antes de salir al mercado. Y diferentes grados de carbón tienen diferentes valores en el mercado.

Los minerales industriales tienen variaciones de calidad

similares. Sin embargo, el oro, la plata, el cobre y varios otros metales tienen características de valor distintas y son fungibles en el mercado. Una onza de plata pura, después del refinamiento, tiene el valor y las cualidades de una onza de plata pura en todo el mundo, dados los precios publicados del mercado global de intercambio.

El mineral de hierro después del procesamiento, el petróleo y otros, incluidos los minerales industriales, a menudo son química y físicamente variables, con precios variables porque son impulsados por el mercado nacional, regional y mundial.

Mineral se refiere a un elemento homogéneo con una fórmula y composición química constante. De ello se desprende que los minerales vendibles y los desechos de procesamiento de minerales son variables, y las empresas buscan cada vez más organizaciones, como la Organización Internacional de Normalización (ISO) en Europa, para la certificación de la calidad del producto de minerales vendibles en los mercados mundiales (programa ISO 9000 y normas relacionadas).

Con respecto a las normas reconocidas a nivel mundial para los sistemas de gestión ambiental y la gestión de desechos mineros, la familia de normas ISO 14000 para la gestión ambiental se ha refinado sustancialmente con temas relacionados desde que se publicó por primera vez en noviembre de 2001.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

ISO también creó una norma para la debida diligencia ambiental, que fue aumentada por ISO 14001 (Sistemas de gestión ambiental) e ISO 14010 (Auditoría Ambiental), ambos de uso común en Australia e internacionalmente a principios de la década de 2000. Tenga en cuenta que ISO 14010 ha sido reemplazado por ISO 19011 (Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y el medio ambiente), que abarca una serie de funciones relacionadas con la auditoría.

En cuanto al alcance global, debido a que cada país administra sus propios certificados ISO, un recuento es difícil. Un informante de ISO estimó que, a finales de 2002, más de 560.000 empresas en todo el mundo se inscribieron en el programa ISO 9000 y unas 49.000 en el programa ISO 14000. A partir de 2015, ISO 14001 reclamó un crecimiento a más de 300.000 certificaciones para empresas en 171 países. El sitio web de ISO (www.iso.org) proporciona muchos detalles.

Los programas de gestión ambiental suelen especificar auditorías ambientales, informes, y acciones correctivas en cuanto a las instalaciones de la empresa.

La ASTM International (anteriormente Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales) ofrece ASTM E1527-13 y ASTM E1528-14e1 (según lo actualizado) como guías para auditorías ambientales o evaluaciones de sitios, especialmente

para proyectos de minería y relacionados con la minería de pequeños a pequeños. talla mediana.

Estos proyectos son a veces del tipo "bienes raíces comerciales", como las empresas de minerales industriales o las empresas de perforación que están siendo examinadas por los bancos de inversión. Estas evaluaciones del sitio pueden brindar una visión inicial de los riesgos potenciales para la inversión en una propiedad pequeña y antes de un estudio de alcance agresivo en una propiedad más grande.

La auditoría técnica completa de las actividades de obtención de permisos con análisis de riesgo y responsabilidad, que se señaló anteriormente, es una revisión más completa de dichos temas que la evaluación del sitio y puede ser muy detallada e instructiva, lo que implica varias semanas.

Los revisores de debida diligencia ambiental de proyectos mineros ya sean consultores gubernamentales o privados, buscan estos documentos de auditoría elaborados bajo estándares reconocidos y evidencia de que su existencia está respaldada por acciones. Estas acciones pueden tomar la forma de respuestas de la empresa a las quejas de los clientes, gastos de remediación por problemas de emisiones de desechos, atención a las preocupaciones de la comunidad y acciones similares de mitigación de riesgos.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Las grandes empresas mineras a menudo tienen sus propios programas de auditorías ambientales internas y externas; estas últimas emplean a contratistas independientes y se informan anualmente en los sitios web de sus empresas bajo el título “ambiental” o “sustentabilidad”. Estas empresas pueden haber desarrollado sus propios sistemas de gestión ambiental y de calidad de productos fuera de la ISO y seguirlos con varios niveles de atención, compromiso corporativo y financiamiento. Los sistemas como estos son deseables en el mercado minero global para corroborar la calidad constante del producto, evaluar la gestión de los desechos mineros e informar sobre la responsabilidad ambiental.

4.2.6 Delimitando el proyecto

Se aconseja a quienes planean un proyecto minero que tengan en cuenta varios aspectos relacionados con el medio ambiente durante el estudio preliminar de factibilidad. Estos son:

- Condiciones ambientales de referencia e impactos proyectados a la geología, los suelos, el agua y el aire que podrían obstaculizar el proyecto (por ejemplo, los problemas del aire podrían haber sido la primera prioridad, pero ahora predomina la gestión del agua en cantidad y calidad);
- El entorno comunitario y el clima sociocultural, cómo se gobierna formalmente y los grupos informales existentes,

tribus, facciones, organizaciones de acción política y otros que puedan reaccionar al proyecto;

- El riesgo de obtener permisos en un tiempo razonable, percepción de la agencia, política (local, estatal, regional, nacional).
- Orientación e iniciativas recientes de sustentabilidad desde perspectivas tanto mineras como ambientales.
- De esta manera, se pueden generar conclusiones durante la etapa preliminar de factibilidad a partir de este primer paso en los aspectos ambientales y el análisis de riesgos.

1.1. Viabilidad intermedia

Una vez que se obtienen conclusiones favorables durante la etapa preliminar de factibilidad de los estudios ambientales y en todas las demás áreas tratadas en este manual, el proyecto pasa al siguiente paso de factibilidad intermedia (o prefactibilidad). Para el personal ambiental, esto implica la atención a varios temas durante la etapa intermedia.

4.2.7 Especificaciones del plan

Para cada una de las disciplinas ambientales los "Conceptos iniciales para especialistas no ambientales", se deduce que la línea de base, las condiciones existentes, sin importar cómo se hayan visto afectadas por otras actividades humanas previas, deben ser muestreadas claramente, monitoreados y descritos

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

durante la etapa intermedia de factibilidad.

De esta manera se desarrolla un plan de estudio detallado para cada disciplina ambiental relevante. Una vez más, este plan tiene el beneficio para la empresa minera de establecer su responsabilidad de acciones futuras frente a la línea de base de cualquier contaminación o alteración previa. Esta perturbación previa podría ser por otra empresa minera, mineros artesanales (históricos o actuales), una central eléctrica, líneas de transmisión u otros derechos de vía, represas de agua u otros embalses de diversa índole.

Las agencias normalmente han publicado estándares de adecuación de datos describiendo en detalle los tipos de datos, la calidad de los datos y la duración del período de seguimiento requerido. El personal ambiental de la mina debe tratar de confirmar la idoneidad de los datos con las agencias por escrito, en un plan de estudio, para que las sorpresas no lleguen dentro de uno o dos años.

La empresa necesita negociar a partir de demandas inapropiadas para llevar a cabo “proyectos de investigación” de universidades, ONG o agencias con el tiempo y el dinero de la empresa. Por lo general, los contratistas que son especialistas en las disciplinas ambientales establecen las estaciones de monitoreo, las mantienen, realizan los estudios de campo y

preparan los informes de base medioambiental.

A veces, se necesitan estudios especiales para temas como especies sensibles de plantas y animales (flora y fauna), modelado de impactos de hidrogeología y aguas subterráneas, o geoquímica de suelos y rocas. A menudo, un contratista principal tiene la mayoría de los expertos en la disciplina para realizar los estudios, pero por lo general al menos algunos son subcontratados por el contratista principal, o la empresa minera contrata directamente a través de su personal ambiental y presupuesta el proceso de planificación.

Una lista de verificación de disciplinas ambientales para estudios de línea de base puede incluir los siguientes temas:

- Calidad del aire
- Ruido
- Clima y meteorología
- Suelos y recuperación
- Geología
- Flora o vegetación y humedales (incluidas especies sensibles)
- Fauna o vida silvestre (incluidas especies sensibles)
- Ecología acuática (incluidas especies sensibles)
- Recreación
- Uso del suelo

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

- Energía
- Transporte
- Recursos visuales
- Agua subterránea
- Aguas superficiales y sedimentos de arroyos en drenajes
- Geoquímica de mineral y roca estéril
- Recursos culturales, es decir, arqueología e historia (y a veces paleontología, como fósiles notables en el entorno geológico)
- Socioeconomía
- Áreas especiales de preocupación ambiental crítica
- Uso de materiales peligrosos

Algunos países tienen sus propias leyes de calidad ambiental o políticas para proyectos que afectan tierras estatales y, a veces, privadas, a menudo junto con una agencia del gobierno. Revise todos los ángulos e intente demostrar el cumplimiento y la atención a los problemas mediante la recepción de la conformidad de la agencia por escrito. Las respuestas escritas de las agencias establecerán para el registro que algunos estudios son irrelevantes o no aplicables al entorno del proyecto, de modo que no se desperdicie tiempo y dinero en ellos y las preguntas posteriores se puedan resolver rápidamente.

4.2.8 *Estimaciones de costos e inicio de obra*

Las reuniones de actualización con las agencias confirmarán que los estudios de línea base ambiental para diversas disciplinas son necesarios para los permisos y una evaluación de impacto ambiental. La empresa debe utilizar la lista de disciplinas ambientales en la introducción a este capítulo y establecer acuerdos con las agencias en cuanto a qué disciplinas serán aplicables.

Los comentarios preliminares sobre el alcance deben ser revisados y las solicitudes a nivel de detalle en varios estudios deben analizarse cuidadosamente. Por ejemplo, un miembro del personal a favor de la protección ambiental, impulsado por las ONG y con estrechos vínculos de comunicación con ellas, puede retrasar la aceptación de los informes de estudios de la empresa minera, las solicitudes de permisos y los planes de mitigación.

Un miembro del personal de la agencia equilibrada puede acelerar el cronograma con habilidad mientras se mantiene dentro del ámbito generalmente equilibrado de las leyes, regulaciones y pautas mineras y ambientales, obteniendo concesiones de ambos campos. En otra situación, un miembro del personal a favor de la minería puede llamar la atención de las ONG y puede causar que la minería.

El proyecto para convertirse en el objetivo de tales grupos

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

regionales o nacionales si existe la percepción de que hay una falta de estudio y regulación. Con estos problemas en mente, es importante que la empresa negocie un conjunto completo y razonable de estudios de línea de base, alinee a los contratistas según sea necesario y continúe con un año o más de muestreo y análisis de campo.

Es consecuente que estos estudios se completen en su mayoría durante la factibilidad intermedia por varias razones relacionadas con el diseño y la ingeniería del proyecto. De las 100 unidades de costos que la empresa puede gastar en estudios de línea de base, el desglose de los costos de disciplina por disciplina y los problemas principales puede ser algo como el siguiente para un proyecto en una ubicación templada, semihúmeda y de latitudes medias. Puede adaptarse al entorno de la empresa:

Calidad del aire y meteorología (15 unidades)

Esto incluye cuatro temporadas de monitoreo, estaciones y equipos, informes trimestrales y anuales, monitoreo antes y durante las operaciones de equipos e instalaciones de proceso, abordando contaminantes prioritarios, requisitos de fuentes de contaminantes del aire "principales", neblina regional, alegatos de lluvia ácida y similares.

Aguas superficiales y subterráneas (20 unidades)

Nuevamente, esto incluye cuatro temporadas de monitoreo

de arroyos y pozos, manantiales y filtraciones, usuarios y efectos de pozos cercanos, modelado de la calidad del agua del lago del pozo de la mina y efectos del agua subterránea, estanques y efectos del flujo en la vida silvestre y los peces, y similares. Un estudio de reducción del acuífero es útil para la planificación de la mina.

Ecología acuática (5 unidades)

Se realizan estudios de línea de base, especialmente de pesquerías en lagos y arroyos e insectos acuáticos, anfibios y vegetación que los sustenta; la salud de los sedimentos acuáticos (cualquier efecto de drenaje ácido de operaciones pasadas o mineralización); y similares.

Recursos culturales (10 unidades)

Los costos generalmente incluyen estudios de recursos prehistóricos (arqueológicos) e históricos de importancia potencial o identificada de investigaciones previas en el área de estudio de la mina. A menudo se requieren transectos de campo adicionales, estudios de literatura y otras investigaciones o informes de entornos culturales.

Geología, suelos y geoquímica (5 unidades)

La planificación de la recuperación y el cierre, la geoquímica del mineral y las características de lixiviación de la roca estéril se requieren comúnmente en detalle aquí. Se puede

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

incluir la paleontología (fósiles de importancia) en las rocas, que podrían ser perturbadas.

Socioeconomía y sostenibilidad (10 unidades)

Se puede preparar un documento formal de evaluación de impacto social para acompañar un estudio ambiental con respecto a proyectos mineros controvertidos.

Flora y fauna (15 unidades)

Esto incluye especies sensibles de plantas y animales enumeradas por varias agencias y tribus. Esto incluso podría incluir insectos sensibles y sus hábitats, como en un proyecto del estado de California.

Otros (15 unidades)

- Recreación
- Uso del suelo
- Energía
- Transporte
- Áreas especiales de preocupación ambiental crítica
- Uso de materiales peligrosos

4.2.9 Especificaciones de solicitud de permiso

Las especificaciones del estudio de referencia ambiental a menudo se dan en los requisitos de permisos de las agencias reguladoras en cada estado, provincia, departamento o país. El

requisito de un mapa o tabla de datos en particular a menudo se completará con el informe del estudio de línea de base y su contenido.

Sin embargo, los permisos requieren presentaciones especiales adicionales para cumplir con los requisitos legales y reglamentarios de la agencia. El marco regulatorio en el país de la operación propuesta es mejor investigado inicialmente por un especialista en regulaciones y / o permisos ambientales con experiencia o por un abogado ambientalista.

Una combinación de los dos investigadores suele ser óptima, ya que la perspectiva de la ciencia y la ingeniería fusionada con la perspectiva legal puede brindar una visión aguda de las responsabilidades futuras. Esta revisión también puede ayudar a confirmar que los estudios de referencia ambiental y las solicitudes de permisos se compilan adecuadamente la primera vez, si es posible. Algunas universidades y agencias tienen una base de datos legal y regulatoria en línea para una investigación rápida.

La ronda habitual de solicitudes de la agencia para obtener datos adicionales, explicación, justificación, mapas y presentaciones a menudo sigue a la presentación inicial del permiso. Sin embargo, la paciencia y la perseverancia suelen dar sus frutos. La anticipación de los temas “favoritos” de la agencia

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

y el énfasis en estos temas, sin demasiado compromiso de tiempo y dinero por parte de la empresa, a menudo puede generar dividendos.

De ello se desprende que el gasto de tiempo y dinero en temas particulares en los estudios de línea de base ambiental debe enfatizar disciplinas particulares basadas en el diseño del proyecto y la gama completa de alternativas previstas por el personal interno de la mina y los impactos clave.

Se debe anticipar el nivel de controversia de impactos particulares. Se debe prestar atención a la resolución de conflictos. La coordinación del análisis interdisciplinario, para que el especialista en agua esté hablando con el especialista en uso del suelo y esté hablando con el planificador de recuperación, por ejemplo, es responsabilidad del gerente de proyecto de la empresa minera o del contratista contratado para administrar y presentar este trabajo.

4.2.10 Planificación de la ruta crítica: la lista de permisos y el cronograma

La planificación y programación de los estudios de línea de base y el procesamiento de permisos deben tener en cuenta los elementos de la ruta crítica. En cuestiones medioambientales, el éxito del proyecto dependerá de estos elementos. Estos también son elementos que afectan los problemas de construcción y

operaciones en muchos casos y pueden afectar directamente la rentabilidad del proyecto debido a un inicio tardío o, por ejemplo, una alineación de la carretera de acceso redefinida.

Todo el mundo tiene un formato de horario favorito. Algunos prefieren gráficos de barras horizontales dibujados a mano; otros, listas de viñetas con fechas; otros, tablas con muchas columnas; y otros, uno de los muchos programas informáticos de software de gestión de proyectos y planificación / ruta crítica.

Estos últimos son visualmente impresionantes, atractivos y en color, y a menudo se pueden actualizar y distribuir fácilmente al equipo. Sin embargo, los datos de entrada iniciales, la designación de inicios tempranos y finales tardíos, el cambio de caminos críticos y la percepción del programa de computadora de cuándo terminará ahora el proyecto, pueden ser discutibles y desesperantes.

4.3 Consultores ambientales

La preparación de solicitudes de propuestas de contratistas para trabajos ambientales es bien conocida por muchas oficinas de operaciones mineras. Dicho proceso implica recibir ofertas y luego elegir y administrar el esfuerzo técnico y el presupuesto del contratista, en lugar de realizar estas tareas con el personal interno.

El uso de un contratista para tareas tales como permisos

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

ambientales, estudios de campo, reuniones y negociaciones de estrategia de la agencia y otros asuntos útiles relacionados con el progreso ambiental y de ingeniería está influenciado por el tamaño y la capacidad del personal interno, control, confidencialidad deseada y presupuestos.

Los debates continúan dentro de la industria minera sobre el valor de los contratistas o consultores. Sin embargo, con los recortes de personal, la empresa minera a menudo se ve obligada a contratar servicios si quiere hacer un progreso decente.

A veces se pide a las firmas de consultoría ambiental y de ingeniería más grandes que realicen el “trabajo pesado” en varias tareas.

Estos pueden involucrar revisión de datos inicial, investigación e inspección de campo, preparación de informes de línea de base, entrevistas telefónicas y directas, investigación en bibliotecas e Internet, mapeo, análisis de ingeniería, compilación de datos e informes, control de calidad, presentaciones a agencias y al público, tabulación y análisis de asuntos públicos, y asistencia en estrategia y negociaciones, todo en apoyo a clientes de empresas mineras y revisores de agencias.

Las empresas especializadas pueden realizar trabajos geotécnicos o geoquímicos, desde la perspectiva del autor como consultor de la industria minera, las instituciones financieras y los

gobiernos, la empresa consultora desea ser vista como un asesor y colega confiable, informado y discreto para ayudar a los clientes a superar problemas difíciles, lo que a menudo brinda otra perspectiva valiosa para justifique sus tarifas. El contratista a menudo revisa el trabajo voluminoso de otros y asesora sobre los riesgos de la inversión en varias etapas del proyecto.

4.3.1 Áreas mineralizadas y concentraciones de fondo

Durante los estudios de factibilidad intermedios, a medida que las agencias reguladoras y el público se dan cuenta de los planes del proyecto, los problemas de los suelos mineralizados y el agua y los análisis químicos de las concentraciones de fondo de metales en el área del proyecto de la mina a menudo surgen con toda su fuerza.

A menos que el proyecto sea verdaderamente un descubrimiento "totalmente nuevo" en un área hasta ahora no minada, algunos efectos de la mineralización pasada serán evidentes en muestras de suelo, sedimentos y aguas superficiales y subterráneas a medida que se recopilen los datos de referencia.

La mayoría de las minas se encuentran en distritos mineros históricos. La minería anterior habrá alterado y desenterrado el suelo y la roca, exponiéndolos al aire y al agua y causando preocupaciones sobre cuestiones como el drenaje ácido de las rocas, el polvo que sopla, los efectos en una pesquería o similares.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Por lo tanto, es importante que la información y los datos ambientales de referencia reconozcan los efectos de la minería pasada y otras alteraciones de la tierra causadas por el hombre en las áreas del proyecto y las zonas de amortiguamiento antes de que la empresa comience su trabajo en el sitio. Se deben documentar las condiciones de referencia y se debe obtener el reconocimiento y aceptación por escrito de estas condiciones de la agencia reguladora antes de que comience el desarrollo del sitio y, si es posible, antes de la exploración.

4.3.2 *Mineros artesanales*

Mineros artesanales es un término curioso y abarca todas las actividades históricas de los artesanos locales e inmigrantes que, en su mayoría con métodos manuales, han extraído la superficie o exposiciones cercanas a la superficie de las zonas minerales de interés.

La perturbación puede ser menor, como algunos sitios de rocas o trincheras; o mayores, como las laderas que se han derrumbado debido a la minería hidráulica, grandes pozos excavados a mano con muchas escaleras para acceder a reclamos individuales, colocadores muy trabajados y contaminación del procesamiento manual utilizando varios reactivos.

Muchos estudios de caso latinoamericanos abordan estos temas. Los mineros artesanales, por supuesto, han afectado las

condiciones de la línea de base, y sus efectos deben ser documentados por el proponente de la minería antes de permitir operaciones comerciales a gran escala.

Los problemas de títulos de propiedad de la tierra y los minerales, el desplazamiento de los medios de vida locales y la seguridad para la nueva operación a menudo surgirán a medida que se exploren y desarrollen nuevas oportunidades mineras a gran escala (por ejemplo, ver Mernitz 2005).

Además, la empresa minera a veces no es originaria del país en desarrollo, lo que genera resistencias culturales. Se requieren planes específicos de relaciones con la comunidad, evaluaciones de impacto social (y económico), programas de capacitación, prácticas de contratación local y esfuerzos especiales de gestión para abordar eficazmente la historia de la minería artesanal en el área del proyecto.

4.3.3 Posiciones de tierras y reclamaciones de propiedad

Será bien sabido si los minerales que se buscan y extraen son del tipo de roca dura "localizable" en tierras de uso público o de otra manera. El análisis en base a la normativa integra los reclamos mineros patentados y no patentados para los minerales subterráneos, combinados con o incluso sin propiedad de la superficie, otorgan ciertos derechos de desarrollo y usos de las tierras de la superficie a la empresa minera, con implicaciones

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

ambientales.

Normalmente la ley ambiental tiene a mencionar, si la propiedad de las tierras superficiales y los minerales subterráneos es privada, entonces los usos e impactos son algo absoluto. Sin embargo, para decirlo simplemente, tales usos no pueden afectar adversamente la salud y el bienestar públicos.

Si el terreno es un terreno “público” o local, es decir, el acceso a la superficie está abierto al público, o existe una propiedad o “derechos” de minerales subterráneos o superficiales de una agencia federal o estatal, entonces se debe realizar un extenso proceso de permisos y a menudo se requiere un análisis de impacto ambiental. Este también suele ser el caso en otros países, que tienen distintos acuerdos de concesión de minerales.

Se debe consultar al abogado de la empresa o al especialista en permisos para conocer los detalles.

Las medidas de protección ambiental para abordar los impactos en todas las disciplinas ambientales mencionadas anteriormente son los ejes de esta revisión de consideraciones ambientales. Ya sea que los minerales sean “localizables”, “alquilables” o de otra manera bajo los requisitos de concesión de minerales del país, estas clasificaciones determinarán, en buena parte, los niveles de estudio ambiental, impactos y mitigación requeridos. por las agencias reguladoras.

4.3.4 Derechos de propietarios de superficie y arrendamientos de minerales

Los minerales energéticos son llamado arrendable. El término se refiere a minerales que están sujetos a arrendamientos por agencias públicas si se encuentran en el patrimonio mineral.

Esta situación también suele ser el caso de los minerales industriales, como arena y grava, arcillas especiales, potasa y fosfato, cal y similares, si se encuentran en terrenos arrendados por el gobierno o el estado.

El arrendamiento tendrá diferentes restricciones, estipulaciones y énfasis (con implicaciones ambientales) para estos minerales alquilables en comparación con los minerales localizables discutidos anteriormente debido a las determinaciones de recursos y los mercados, la vida de la mina, los tipos de mina, los productos químicos utilizados, la ubicación de las minas y las plantas de proceso. relacionados con la geología y factores similares.

Los medios de extracción, los impactos superficiales y subterráneos, la mano de obra, el transporte, los tipos de plantas de procesamiento y otros factores suelen ser bastante diferentes entre los minerales alquilables y los localizables. Estas diferencias se harán evidentes en las primeras investigaciones y reuniones con las agencias con respecto a sus requisitos de permisos.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Los minerales alquilables a menudo tienen menos impactos adversos para el medio ambiente que los minerales de roca dura localizables durante su desarrollo debido a la geoquímica y otros factores. Sin embargo, se han producido conflictos recientes en todo Ecuador debido a que los arrendatarios del subsuelo y los propietarios de viviendas en la superficie han disputado los impactos de la extracción de minerales alquilables en comunidades en expansión, en términos de factores tales como luz, ruido, olores, transporte, efectos en la salud, distancias de retroceso y autoridad reguladora.

4.4 Proyectos Mineros Internacionales, Tierras, Título y Regulaciones Ambientales

Los proyectos mineros internacionales a menudo se desarrollan en concesiones, bloques, distritos mineralizados o secciones de tierras superficiales que se sabe que contienen potencial mineral, ya sea en geología superficial o de lecho rocoso, a veces en ambas. El arrendamiento o otorgamiento de concesiones precede al desarrollo de proyectos mineros.

El gobierno o sus contratistas internacionales pueden haber realizado sensores remotos, exploración y análisis de campo o trabajos geológicos, geofísicos y geoquímicos similares. Alternativamente, una empresa u otra puede haber realizado la exploración inicial o posterior para probar las reservas o los

recursos. Los mineros artesanales pueden haber definido la superficie y los suelos superficiales y la mineralización y los grados del lecho rocoso.

El acceso a la tierra, el título, las restricciones ambientales, las regalías al gobierno y otros factores pueden afectar los permisos ambientales y la controversia. El plan de la mina puede afectar las residencias y los usos de la tierra existentes.

Los ciudadanos locales pueden estar organizados en grupos comunitarios, tribus, facciones, asociaciones de nativos o trabajadores, u otros que se oponen o favorezcan la mina. Los grupos locales acogedores o en conflicto también pueden tener derechos sobre la tierra, como elejidos en Mexico. (Estas son granjas comunales, que podrían involucrar a varias familias afectadas por la minería cercana en términos de producción agrícola, riego, empleo, transporte o acceso).

En las últimas décadas, la oposición al título minero y los impactos ambientales y sociales han continuado paralizando proyectos en Perú, Argentina, Rumania, Ecuador y muchos otros países.

De ello se desprende que el trabajo temprano con las agencias ambientales federales y provinciales y con los tomadores de decisiones políticas y financieras federales, estatales y locales allanará el camino para el éxito del proyecto. Las acciones

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

prudentes del personal ambiental de la empresa minera en esta etapa pueden incluir:

- Estudio de leyes y reglamentos
- Retención de abogados locales y contratistas de estudios ambientales
- Relaciones con la comunidad y esfuerzos de sostenibilidad, y contratación de personal local o especialistas contratistas para los mismos
- Provisión para mejoras a la infraestructura local; y
- Mayor comprensión de los problemas de sostenibilidad antes de las decisiones de proyectos importantes.

En un análisis interesante, la consultora Behre Dolbear (2014, 2016) ha clasificado a los países en función de los riesgos para la inversión minera desde finales de la década de 1990 hasta los últimos años.

Estos listados y clasificaciones de riesgo ayudarán al posible inversionista y al especialista ambiental en la evaluación inicial del clima regulatorio, junto con muchos otros aspectos del clima de inversión, en los países mineros del mundo.

4.4.1 Diseñar para la recuperación y el cierre

El diseñar el proyecto teniendo en cuenta varios problemas aliviará muchos dolores de cabeza ambientales durante la construcción, las operaciones y el cierre. Será prudente:

- Encargar un conjunto de estudios de línea de base ambientales exhaustivos para luego evaluar los impactos del proyecto contra esta línea de base.
- Planificar y presupuestar para monitorear, informar y mitigar de manera efectiva los impactos durante las operaciones e informar a los accionistas o al público sobre los éxitos de la empresa.
- Planear el uso de equipo de operaciones, presupuestos y personal para reclamar y cerrar, a medida que se retiran las áreas del proyecto.
- Aparte dinero real para el cierre en forma de bonos, efectivo u otros instrumentos en caso de adversidad; y
- Desarrolle un plan de cierre por escrito y financiado diseñado para dejar el sitio con un uso futuro sostenible y efectivo de la tierra.

De esta manera, el “sitio heredado” de la compañía estará bien fundado y no será un conjunto de problemas para los gobiernos, agencias y generaciones futuras. El resultado será la sostenibilidad del proyecto en la comunidad, la ecología, la economía y la gobernanza.

4.4.2 Desarrollo de análisis de impacto ambiental internos

Para la empresa minera con personal ambiental activo y presupuesto disponible, es prudente anticipar qué temas de

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

enfoque desarrollará la agencia reguladora gubernamental o un contratista externo del proyecto.

Una empresa minera o energética podría desarrollar internamente un Estudio de impacto ambiental EIA completa o un resumen ejecutivo con una lista de puntos clave para planificar conflictos o brechas de datos y mitigarlos al principio del proceso.

Si bien este documento de impacto ambiental es conocido por varias siglas (EIS, EA evaluación ambiental o similar, dado el lenguaje), esencialmente contiene los mismos temas con diferentes niveles de detalle. A menudo, se incluyen apéndices detallados, incluido el plan de mitigación y monitoreo ambiental.

4.4.3 Desarrollo de procedimientos internos

La frecuencia para proyectos importantes de varios gobiernos está aprendiendo que las brechas en la mitigación recomendada y comprometida a menudo conducen a conflictos posteriores del proyecto, si dicha mitigación no está bien especificada y financiada, y las agencias reguladoras están especificando cada vez más documentos sugieren el acompañamiento a los permisos de los proyectos.

Los informes suelen ser muy detallado, riguroso y, a menudo, especifica responsabilidades y costos además de:

- Todas las disciplinas ambientales de interés
- Requisitos de monitoreo y reporte ambiental con mapas y

especificaciones;

- Calidad de datos deseada;
- Documentación de inspecciones, cumplimiento y acciones correctivas; y

4.4.4 Detalles de la solicitud de permiso

Es en esta etapa de factibilidad intermedia que se refinan los detalles de los requisitos de solicitud de permiso obtenidos de la línea de base ambiental y los estudios de ingeniería del proyecto. El cronograma de permisos y los esfuerzos de coordinación de datos, las reuniones y las divulgaciones públicas se refinan y programan de manera similar.

4.5 Viabilidad final

La emocionante etapa de la viabilidad final se logra con mucha anticipación y una visión clara de la ingeniería del proyecto, la economía, la aceptación pública y la idoneidad ambiental favorables. Parece existir un equilibrio entre los planes de desarrollo económico y la sensibilidad ambiental.

El personal ahora puede pasar a los siguientes pasos para perfeccionar los estudios de campo ambientales detallados, continuar con las actividades de obtención de permisos y la divulgación pública.

4.5.1 Refinar las predicciones de impacto internamente

Dado que los estudios de línea de base están en marcha

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

durante las etapas de factibilidad intermedia y final, es hora de que el gerente ambiental y el personal revisen una vez más los estudios de alcance iniciales y los análisis de fallas fatales desarrollados durante el estudio de factibilidad preliminar.

La empresa debe evaluar si los problemas esperados en ese momento muchos meses y quizás hace algunos años han cobrado importancia. Las siguientes son preguntas importantes que debe hacerse: ¿Se han visto afectados y modificados los planes del proyecto? ¿Se han visto afectados sustancialmente los costos de desarrollo del proyecto porque un problema se consideró de riesgo medio o alto? ¿Es probable que ese riesgo se mitigue de manera eficaz? ¿El plan del proyecto es mejor como resultado en términos de posibilidades de éxito?

Las predicciones de impacto para cada disciplina ambiental pueden en este momento (durante la viabilidad final) refinarse aún más. ¿En qué se centrará la EIS o la EIA y cómo afectará la mitigación a la agencia gubernamental (responsable de la toma de decisiones o parte interesada) y cómo se abordará en los documentos de decisión final (permisos)? ¿Los directores de proyectos mineros asignan los fondos y el personal adecuados a los problemas ambientales de mayor riesgo? ¿Se ha realizado una planificación adecuada?

4.5.2 Reevaluar a los oponentes del proyecto

Las ONG que están observando el proyecto probablemente también hayan refinado sus tácticas en este momento. Si "detener el proyecto de plano" era su objetivo inicial, no lo han logrado debido a los buenos esfuerzos del personal ambiental, de extensión comunitaria, de ingeniería y de minería de la empresa minera para equilibrar el desarrollo rentable y la protección ambiental.

Así que ahora quizás las tácticas de las ONG sean "un mejor proyecto, más mitigación y menoscabo de la rentabilidad". Quizás se puedan llegar a compromisos aquí, pero tenga cuidado una vez más con los costosos "proyectos de investigación" que no son requeridos por la ley y la regulación y que retrasarán el desarrollo solo para retrasarlo.

Negociar duro y bien, recordar a las agencias su misión y responsabilidades, obtener asesoramiento legal y de permisos, estar atento a los casos de influencia indebida de las ONG sobre el personal de la agencia y mantener una comunicación abierta con las comunidades, las ONG y las agencias. O mejor aún, las ONG han reconocido este proyecto como uno que está cuidadosamente planeado, reconoce adecuadamente los problemas de impacto ambiental y es un "buen proyecto" en comparación con los muchos que revisan. Se centrarán en

objetivos en otros lugares.

4.5.3 Refinar los costos y planes conceptuales de recuperación y cierre

En esta etapa, el plan de recuperación conceptual se puede refinar en términos de detalles del proyecto. Se espera y se recomienda que este plan esté bastante bien definido en términos de financiación durante el estudio de viabilidad intermedio.

La huella de la mina y la planta, las instalaciones, las existencias de la capa superficial del suelo, el equipo que estará en el sitio, el desarrollo del proyecto, los cronogramas de producción y detalles similares son todos relevantes.

Por ejemplo, alrededor de 2005, una compañía de metales básicos en México tenía planes de discutir detalles de hectáreas de área, especies vegetativas, equipo, movimiento de materiales y asuntos similares en un plan de recuperación y cierre justo cuando comenzaba la producción de metales. Una serie de procedimientos operativos estándar delineados (POE; en español, procedimientos de operaciones estándar [PEO]) se desarrollaron para guiar las operaciones y el personal de recuperación a medida que se producía la producción.

De esta manera, la huella al final de la vida de la mina sería eficiente para el cierre final en términos de suelo, vegetación, manejo del agua, roca estéril y relaves, y otros

materiales que permanecerían en el sitio después de la demolición, desmantelamiento y descontaminación de los sitios de las instalaciones.

4.5.4 Prepare las primeras solicitudes de permiso

Las primeras solicitudes de permisos, las que se espera sean las más difíciles y tengan los plazos de entrega más largos, deben prepararse en este momento utilizando los datos más recientes del proyecto. Si algunas solicitudes se enviaron antes, las actualizaciones o enmiendas que reflejen los últimos planes del proyecto deben prepararse y resaltarse cuidadosamente para las agencias y los comentaristas públicos.

La actualización de los detalles del permiso es un punto de procedimiento importante, ya que las acciones administrativas o legales posteriores de los oponentes pueden citar información del proyecto obsoleta o incompleta, lo que puede generar estudios de línea de base y análisis de impacto diferentes a los que se informan actualmente en los documentos del proyecto.

La divulgación completa de todas las características e impactos anticipados del proyecto, incluidas las tecnologías posteriores de procesamiento de minerales, es el enfoque más conservador.

Una vez más, la empresa debe consultar de cerca el cronograma de permisos interno para confirmar que la duración

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

de los permisos, la coordinación de datos y foros públicos, y otros temas están vigentes.

Las experiencias recientes de otras empresas mineras con plazos de entrega de permisos, cronogramas y éxito para proyectos comparables en el país, estado o área específicos necesitan una atención especial para evitar problemas, problemas de diseño de proyectos y otras demoras. Se deben seguir de cerca los anuncios en los medios locales y los sitios web de las ONG.

4.6 Continúe con los permisos de construcción y operación

En este momento, se pueden seguir procesando otros permisos de construcción y operación. Será necesaria una estrecha coordinación entre ingeniería, geología, mantenimiento, salud y seguridad, y otro personal de la mina y la planta, y esta tarea de coordinación a menudo recae en el especialista ambiental como gestión y vertidos de agua, emisiones al aire, gestión de suelos y rocas y polvo.

El hábitat de la vida silvestre o la remoción de árboles, u otros problemas ambientales están involucrados. Se debe notificar a las agencias y presentar informes de seguimiento oportunos. La coordinación de agencias exige tiempo de la compañía minera porque las agencias locales, estatales, provinciales y federales pueden no hablar ni intercambiar información para una administración óptima de permisos. Para promover un mínimo de

sorpresas y un máximo de programación y éxito financiero, la empresa debe estar atenta a los numerosos problemas interdisciplinarios a medida que se desarrolla el proyecto minero.

4.6.1 Preparar informes para las agencias de ayuda

A medida que la concesión de permisos comienza y continúa, a menudo es importante adaptar los informes ambientales internos para el consumo público y de la agencia.

Estos informes pueden haber sido preparados por personal técnico de la mina o consultores especializados para abordar un tema en particular. Los problemas abordados suelen ser objeto de uno o varios permisos y se destacarán. Como ejemplo, para un proyecto de metales revivido en las Montañas Rocosas, se analizaron los siguientes informes:

- Un plan de operaciones interno en el modelo del que se presentará al USFS, porque el proyecto se ubicó en terrenos de National Forest en reclamos mineros patentados y no patentados.
- Estudios de especies sensibles de plantas y animales
- Un plan de gestión del agua para la calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas, y la segregación y gestión de procesos y aguas pluviales, y cualquier descarga de minas y plantas, más un balance hídrico del proyecto conceptual.
- Potencial de drenaje de rocas ácidas, geoquímica de minerales

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

y rocas estériles y planes de gestión de desechos mineros

- Un plan conceptual de recuperación y cierre con pautas SOP para diferentes instalaciones.
- Un plan de protección ambiental, como lo requieren las regulaciones estatales de recuperación minera.
- Un informe de análisis de alternativas para ayudar a los redactores de EIS a evaluar la viabilidad económica y de ingeniería de las alternativas consideradas internamente en la planificación de la empresa minera.
- Un plan de relaves de molino geotécnico e informe de relleno de mina
- Plan de mitigación de socioeconomía y asuntos comunitarios
- Un plan de mitigación de impactos, con medidas recomendadas y comprometidas, con costos, implementación, monitoreo e informes abordados.
- Discusión de la operación, costos, informes y vinculación de la planta de tratamiento de agua.
- Estimaciones de costos de bonos de cumplimiento de recuperación

Otro proyecto en América del Sur presentó los siguientes elementos en el EIA público:

- Un valioso análisis de componentes ambientales
- Un plan de gestión ambiental (EMP; en el pasado, el EMP a

menudo era menos detallado que el EMMP descrito anteriormente, con declaraciones de política más amplias y discusión de las medidas de mitigación recomendadas y comprometidas, algunas de las cuales se negociarán con las agencias).

- Gastos de capital mensuales durante la construcción
- Costos de capital del proyecto
- Cronología de las reuniones de la comunidad local y de las personas que asisten
- Manual del sistema de gestión ambiental
- Seis apéndices sobre los resultados de las pruebas de drenaje de rocas ácidas

Esta lista es exhaustiva. Es posible que la empresa desee hacer solo algunas de las anteriores, pero considere todos los ángulos y tenga la información preparada si un tema clave pudiera convertirse en controvertido.

4.6.2 Implementar la divulgación pública

Durante la vida del proyecto, el personal de la mina y sus contratistas deben continuar implementando el programa de alcance público y comunitario hasta la factibilidad final y más allá.

A menudo, un especialista en asuntos comunitarios o relaciones públicas forma parte del personal en esta etapa y

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

continúa preparando comunicados de prensa, visibles en la legislatura, testificando en audiencias administrativas, tratando con los medios de comunicación y distribuyendo el mensaje equilibrado de economía minera y protección ambiental a la comunidad. partes y público interesados.

El contenido del sitio web puede ser especialmente útil aquí para responder preguntas iniciales sobre los planes del proyecto y los impactos esperados y para proporcionar información de contacto por teléfono o en línea para consultas.

El estudio de factibilidad final está en preparación en este momento para documentar a un nivel bastante preciso ($\pm 10\%$ - 15%) todos los parámetros del proyecto en términos de instalaciones, operaciones previstas, costos, áreas perturbadas, desempeño ambiental y varios otros asuntos.

El contenido del estudio de viabilidad final se describe en detalle en otros capítulos. Para las empresas mineras medianas y pequeñas, este documento generalmente lo prepara un consultor externo independiente que está bien versado en asuntos de desarrollo y economía mineros. Si es una empresa pública, los principales accionistas. Revisará de cerca este documento para anticipar la rentabilidad del proyecto. Los problemas ambientales se examinan detenidamente durante esta fase.

Como resultado, para asuntos ambientales y regulatorios,

un capítulo conciso en el estudio de factibilidad final generalmente resumirá el estado de los permisos y aprobaciones, discutirá cualquier riesgo o pasivo notable y anotará las medidas de mitigación o los gastos para minimizar los riesgos.

Los resultados de cualquier agencia, terratenientes locales, grupos comunitarios y / o entrevistas con ONG serán documentados para discutir las percepciones de estos interesados en cuanto al desempeño esperado del proyecto y los problemas que monitorearán de cerca.

4.6.3 Conclusiones sobre el estudio de viabilidad final

El proyecto parece estar avanzando y se han abordado y manejado numerosos obstáculos, ambientales y de otro tipo. A medida que el proyecto pasa a la fase de construcción y luego a las operaciones, el personal ambiental de la empresa debe continuar siendo diligente, vigilante y progresivo.

Pocos obstáculos se “superan” por completo y, a menudo, los problemas vuelven, meses o años después, para ser abordados por la empresa minera. Los proyectos exitosos anticipan continuamente los problemas y monitorean los efectos potenciales sobre el desempeño ambiental, a veces con una auditoría interna anual (o una auditoría realizada por una parte externa) para revisar varios asuntos. Se debe alentar a la administración de la mina a realizar este ejercicio. Auditorías especificadas por el

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

banco, informes del ingeniero independiente del banco,

Durante dichas auditorías, confirme que las herramientas, las instalaciones, el personal, los planes, los presupuestos y otros elementos adecuados estén en su lugar para avanzar adecuadamente a otro año de rentabilidad de la mina y recuperación y cierre efectivo eventual. Es hora de consultar nuevamente a los actores habituales y evaluar el desempeño ambiental del proyecto de acuerdo con el siguiente personal y partes interesadas de la empresa minera:

- Operaciones e infraestructura minera
- Ingeniería minera
- Salud y seguridad minera
- Planta de Proceso
- Agencias reguladoras en todos los niveles gubernamentales
- ONG y otros grupos organizados de partes interesadas
- Residentes de la comunidad local
- Cualquier otra persona afectada positiva o negativamente por la operación minera.

A través de la realización de un programa tan cuidadoso y reflexivo, la debida diligencia de las consideraciones ambientales contribuirá positivamente a un proyecto exitoso, equilibrando las prioridades ambientales y económicas para ayudar a garantizar la sostenibilidad a largo plazo.

4.7 Sostenibilidad y licencia social para operar

Desde el principio, todos los planificadores de proyectos sostenibles modernos, especialmente en esta década del siglo XXI, deben tener en cuenta el entorno económico, social y ambiental, en el que operan o planean operar los proyectos mineros. Los temas de sostenibilidad, gobernabilidad y la regulación ambiental general para operar en territorio se han convertido en consignas para los procesos mineros.

Los opositores a la minería a gran escala en el Ecuador son muchos y, a menudo lamentablemente mal informados y fácilmente persuadidos por historias aterradoras que rara vez se basan en la ciencia o en hechos modernos.

El término licencia social para operar (SLO) puede resultar confuso cuando se utiliza en debates internacionales. No es una licencia o permiso real, sino una combinación de los acuerdos sociales y políticos que se deben obtener con la población local y regional y los gobiernos locales, estatales y federales para proceder sin demoras burocráticas, barricadas, sabotajes, manifestaciones., a veces disturbios violentos y otras interrupciones de una operación minera comercial en funcionamiento.

El SLO a menudo surge porque organizaciones no gubernamentales (ONG) conectadas a nivel local, regional o

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

global, como grupos de protección ambiental, grupos de activistas comunitarios y otros, miran los anuncios de cualquier proyecto minero y eligen objetivos para ataques críticos. Estos ataques a menudo se producen si los pueblos indígenas (nativos), la reubicación de comunidades, los cambios en la infraestructura (por ejemplo, los efectos potenciales en el suministro de agua potable o de riego), los cambios en las prácticas agrícolas u otros aspectos controvertidos del medio ambiente humano no están, en la opinión de las ONG u otros grupos, debidamente considerada y abordada con mitigación concreta por el proceso formal de permisos. El uso de la World Wide Web es hábil, extenso y sofisticado y acertadamente manipulado por las ONG para obtener apoyo financiero y político para los puntos de vista contrarios a la minería.

En los últimos 20 años, muchos proyectos mineros en el mundo han tenido problemas con SLO. Para muchos proyectos recientes, todos los permisos de construcción e incluso operaciones pueden haber sido aprobados, en base a las solicitudes adecuadas de las compañías, por los respectivos gobiernos y sus instituciones reguladoras. Es probable que estos hayan incluido permisos para la mitigación y el impacto ambiental integral (la evaluación del impacto ambiental o EIA), la calidad del agua, protección de la biodiversidad, la recuperación

de los recursos naturales, las emisiones al aire, el uso local de la tierra, etc. Sin embargo, la aceptación social del proyecto en la localidad, la región y las áreas gobernadas más grandes puede no tener el peso político para llevar adelante el proyecto. La falta de SLO retrasa o detiene proyectos. La resolución de conflictos es la clave y es difícil en algunas situaciones. Los proyectos se han detenido o han fallado cuando el SLO choca con las operaciones mineras.

4.8 Sustentabilidad

Una medida clave para intentar lograr el éxito del proyecto es demostrar con éxito la sustentabilidad para proyectar oponentes. Esta demostración debe continuar antes, durante y después de la planificación, el desarrollo y la construcción del proyecto, las operaciones y el cierre / abandono posterior. Según la experiencia, hay cinco factores que componen el panorama de la sostenibilidad:

1. Un proyecto minero o energético debe tener sustentabilidad financiera y tener éxito durante una vida mínima del proyecto, digamos cinco años o más, y a su vez tener un impacto positivo en su entorno ambiental, social y económico.
2. La próxima prioridad de un proyecto debe ser el estado de sustentabilidad del medio ambiente, abordar la protección del medio ambiente natural y físico y sus ecosistemas con una

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

fuerte visión de la productividad a largo plazo (incluido el concepto de mantenimiento de la biodiversidad).

3. En combinación con su situación financiera anterior, un proyecto debe promover sostenibilidad económica, es decir, actividad primaria (extracción y procesamiento básico), secundaria (proveedores de equipos y bienes duros) y terciaria (proveedores de bienes blandos y servicios relacionados) y crecimiento económico y reducción de la pobreza.
4. Sostenibilidad social debe ser un componente clave del desarrollo de proyectos de minerales tanto metálicos como no metálicos, incluyendo numerosas oportunidades para realizar el potencial humano (y, se podría decir, el mantenimiento de la biodiversidad humana).
5. Apropiada gobernación de las estructuras, tanto oficiales como no oficiales, formales e informales, corporativas y locales, deben existir y desarrollarse para que el proyecto funcione y contribuya favorablemente, en todos los aspectos de la sostenibilidad, a su entorno. Para la empresa, se espera cada vez más que los principios de rendición de cuentas, transparencia y equidad en los retornos a la comunidad local y la infraestructura proporcionen a las generaciones futuras al mismo tiempo que atienden las necesidades de la generación actual. Para el gobierno, son necesarias características

similares de apertura, eficiencia, falta de corrupción y procesamiento oportuno de revisiones y permisos.

4.9 Esfuerzos recientes de la industria minera

En las últimas dos décadas, comentaristas favorables han realizado muchas revisiones de los esfuerzos de sustentabilidad de la industria minera en un intento por mejorar la posición del sector, tanto con la percepción pública del valor de la minería para la sociedad como con la documentación de sus verdaderamente buenos trabajos en el suelo en su intento de extraer recursos minerales de manera rentable para el bien humano.

Una excelente serie de dos partes en *El geólogo profesional* (Johnson 2007a, 2007b) presenta un ejemplo de tal análisis. Los artículos incluyen una discusión útil sobre las definiciones de sostenibilidad, un informe de estado y ejemplos del progreso del proyecto, las limitaciones y una escala de calificación. Johnson propone un índice de sostenibilidad de tres P (personas, planeta y precio) con un gráfico de radar triangular.

Johnson (2007a, 2007b) también plantea cuestiones como los fondos de inversión socialmente responsables y los intentos de la industria minera de atraer sus inversiones. Organizaciones como el Consejo Internacional de Minería y Metales y la Global Reporting Initiative, así como medidas como las calificaciones de

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

responsabilidad social corporativa han surgido durante los últimos 15 a 20 años a medida que la industria minera se esfuerza por lograr la sostenibilidad. Y la necesidad de convencer al público de que eso es no “greenwash” es una batalla siempre presente en los medios de minería. Las compañías mineras que enfatizan el oro o los diamantes “verdes” (en contraposición a los “diamantes de sangre”) se destacan en espacios publicitarios como revistas, películas y anuncios de televisión, algunos incluso prevalecen en los medios de comunicación en horario estelar.

Ha habido muchos otros esfuerzos por parte de las organizaciones de sustentabilidad minera para reclutar miembros de la empresa minera y solicitar cuotas de inscripción, realizar inspecciones anuales independientes e informar sobre los resultados, y en general, brindar "buenas noticias" para que la empresa minera informe a sus accionistas y a la comunidad. Entre estos se encuentran el proyecto Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible, el establecimiento de un índice de sostenibilidad para las empresas mineras, una discusión de los cinco pasos para el desarrollo sostenible de los recursos naturales, la Iniciativa de Transparencia de las Industrias Extractivas (EITI) para promover la transparencia en los proyectos de minerales.

En los países en desarrollo, varios escritos sobre gobernanza y otros trabajos.

El autor trabajó en un proyecto desafiante e interesante en la República Democrática del Congo con respecto al EITI y el porcentaje planificado de los costos de desarrollo del proyecto que se dedicará a mejoras sociales y comunitarias. Una vez más, una búsqueda en la web sobre "sostenibilidad" producirá muchas lecturas relacionadas.

4.10 Esfuerzos financieros mineros y medio ambiente

Quizás los más diversos y de mayor alcance de estos esfuerzos de sostenibilidad hayan sido los del Banco Mundial y sus esfuerzos de financiamiento minero a través de su Corporación Financiera Internacional (CFI) con sus estándares de desempeño recomendados por proyectos y a través de otras entidades del Banco Mundial. El Banco Mundial ha alentado a las instituciones financieras y los bancos globales de tamaño grande a mediano a adoptar y seguir sus principios de sostenibilidad en las decisiones de préstamos para proyectos energéticos y mineros, y los bancos han actuado con firmeza. Actualmente, 91 instituciones financieras han adoptado un conjunto de directrices denominadas. Principios de Ecuador (Asociación de los Principios de Ecuador 2013).

Consulte el sitio web de los Principios de Ecuador (www.equator-principles.com) para ver muchos de los detalles y citas de gran parte de la discusión que sigue.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Los Principios de Ecuador son bien conocidos por muchos en las industrias minera y ambiental. Desarrollada originalmente por menos de 10 bancos importantes en 2003, con el asesoramiento técnico de este autor y de muchos en la industria, la lista ha crecido constantemente para abarcar muchos de los países del mundo e innumerables acuerdos de financiación.

Como medida voluntaria de buena voluntad y prácticas de sostenibilidad reales y potenciales durante la vigencia del préstamo, las empresas mineras y los bancos a menudo contratan a un consultor externo para supervisar un proyecto minero y analizar el cumplimiento de los Principios de Ecuador.

Anexo II de Principios de Ecuador III proporciona una lista de verificación de los problemas que debe abordar el proyecto minero, según corresponda, para proporcionar evidencia de que el proyecto es adecuado para un préstamo de la Institución Financiera de los Principios del Ecuador (EPFI) según se informó (Asociación de los Principios del Ecuador 2013). Un revisor verificará que los siguientes aspectos y cuestiones se aborden adecuadamente en los documentos y compromisos del proyecto por parte del operador.

- a) Una evaluación de las condiciones ambientales y sociales de referencia
- b) Consideración de alternativas viables ambiental y socialmente

preferibles

- c) Requisitos de las leyes y reglamentos del país anfitrión, tratados y acuerdos internacionales aplicables
- d) Protección y conservación de la biodiversidad (incluidas especies en peligro de extinción y ecosistemas sensibles en hábitats modificados, naturales y críticos).
- e) identificación de áreas legalmente protegidas mí. Gestión y uso sostenible de recursos naturales renovables (incluida la gestión sostenible de recursos a través de sistemas de certificación independientes apropiados).
- f) uso y manejo de sustancias peligrosas gram. Evaluación y gestión de los principales peligros
- g) producción, suministro y uso eficientes de energía
- h) prevención de la contaminación y minimización de residuos, control de la contaminación (efluentes líquidos y emisiones atmosféricas) y gestión de residuos sólidos y químicos
- i) Viabilidad de las operaciones del Proyecto en vista de los patrones climáticos / condiciones climáticas cambiantes razonablemente previsibles, junto con las oportunidades de adaptación
- j) Impactos acumulativos de los Proyectos existentes, el Proyecto propuesto y los Proyectos futuros anticipados.
- k) Respeto de los derechos humanos actuando con la debida

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

diligencia para prevenir, mitigar y gestionar los impactos adversos sobre los derechos humanos.

- l) Cuestiones laborales (incluidas las cuatro normas laborales fundamentales) y salud y seguridad ocupacional.
- m) Consulta y participación de las partes afectadas en el diseño, revisión e implementación del Proyecto.
- n) impactos socioeconómicos.
- o) Impactos en las comunidades afectadas y grupos desfavorecidos o vulnerables
- p) Impactos de género y desproporcionados
- q) Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario.
- r) Impactos en los pueblos indígenas y sus sistemas y valores culturales únicos.
- s) Protección de la propiedad y el patrimonio culturales.
- t) Protección de la salud, la seguridad y la protección de la comunidad (incluidos los riesgos, los impactos y la gestión del uso del personal de seguridad por parte del Proyecto).
- u) Prevención de incendios y seguridad de la vida.

Como antecedente, a partir de 2006, los Principios de Ecuador se han ido perfeccionando constantemente, con nuevas mejores prácticas recomendadas evidentes en su sitio web en 2017 como Principios de Ecuador III, efectivo en 2013. Los miembros del personal del proyecto minero encontrarán lo

siguiente de interés:

- Los financiamientos de proyectos con costos totales de capital del proyecto de US \$ 10 millones o más (en comparación con los US \$ 50 millones anteriores) deben tener los principios aplicados.
- Se requiere una evaluación social y ambiental (EAE) relevante para el nivel de impactos esperados. Esto combina la EIA y los informes de evaluación de impacto social (ver aspectos y problemas en la lista anterior del Anexo II de los Principios de Ecuador).
- Estándares de desempeño de la IFC (IFC 2012) y específicos de la industria Directrices medioambientales, de salud y seguridad (Directrices sobre medio ambiente, salud y seguridad; IFC 2007a) se aplican a proyectos en países sin sistemas regulatorios ambientales bien desarrollados.
- Para proyectos de categoría A y B (impactos potenciales mayores a moderados), se requiere un breve plan de acción (basado en el plan de monitoreo o manejo ambiental), que describa los compromisos de mitigación a futuro, financiamiento, monitoreo, informes y acciones correctivas.
- Se especifican consultas más formales con las partes afectadas, divulgación y mecanismos de reclamación.
- También se especifica la revisión de los informes y el proceso

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

por parte de un consultor independiente, además de la supervisión y los informes de expertos independientes durante la vigencia del préstamo.

Dar un ejemplo de cómo los estándares de desempeño de la IFC (IFC 2012) y Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad (IFC 2007a) podría usarse para evaluar una actividad minera, se considera un proyecto que incluye una mina de cobre a cielo abierto, una planta de proceso y una fundición cercana. Se aplicarían casi todos los ocho estándares de desempeño específicos de la CFI, como el requisito de la EAE, las condiciones laborales y laborales y la conservación de la biodiversidad. En cuanto a la industria específica guías sobre medio ambiente, salud y seguridad, se aplicarían los de minería (reformulados y ampliados en 2007) y fundición y refinación de metales básicos (IFC 2007b, 2007c). También pueden aplicarse otras pautas de infraestructura, como las relativas a las instalaciones de gestión de residuos. Las pautas generales de EHS y minería son bastante completas para todos los tipos de impactos potenciales de minería y molienda. Aquí se debe consultar el sitio web de la CFI (y el sitio web del Banco Mundial) para obtener citas y detalles.

En el Principios de Ecuador III (2013), los siguientes nuevos puntos y tendencias en materia ambiental. Y se presta

atención a las revisiones de sostenibilidad de los proyectos:

- Los Principios de Ecuador deben aplicarse tanto a los préstamos corporativos relacionados con proyectos como a los préstamos puente.
- Ya no es adecuado que la EPFI solo informe el número anual de transacciones, sino que debe informar el número real de proyectos cerrados; Se especificarán los nombres y detalles del país, la categoría, el sector y la región.
- Un resumen general de la EAE para cada proyecto debe estar en línea para los revisores, y debe incluir los niveles de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) para los grandes emisores.
- Anteriormente, solo riesgos sociales y gratuitos, previos e informados consulta para las partes interesadas debían incluirse en el análisis. Ahora con debida diligencia en derechos humanos y libres, previa e informada consentimiento debe tenerse en cuenta.
- Se debe especificar la debida diligencia general para los efectos anticipados del cambio climático y los informes de proyectos de GEI.
- Se deben incluir análisis de riesgos e impactos sociales.
- El glosario de términos (que se encuentra en el Principios de Ecuador III El Anexo I en su sitio web) refina varias

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

definiciones. De especial interés es la definición de países designados y los estándares que se aplican a aquellos con programas ambientales sólidos.

Las empresas mineras, los bancos, los inversores y las entidades gubernamentales pueden trabajar con consultores familiarizados con los Principios de Ecuador para cumplir con el cumplimiento de sus proyectos globales.

5 REFERENCIAS

- Asociación de Principios de Ecuador. 2013. Principios de Ecuador III. www.equator-principles.com/resources/equator_principles_III.pdf.
- ASTM E 1527-13. 2013. Práctica estándar para evaluaciones ambientales de sitios: Evaluación ambiental de sitios de fase I Proceso. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM E 1528-14e1. 2014. Práctica estándar para la debida diligencia ambiental limitada: Proceso de pantalla de transacciones. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Bennett, P. 1998. Minería y Comunidad en América Latina. La Jolla, CA: Instituto de las Américas. Darling, P. (ed.). 2011. Parte 17, Asuntos comunitarios y sociales. En Manual de ingeniería minera para PYME, 3^a ed. Englewood, CO: PYME. págs. 1767–1825.
- British Standards Institution 2007. Norma Internacional de Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional - OHSAS18001:2007. Londres: BSI
- Bullock, RL 1994. Minería mecánica subterránea de roca dura. Ingeniería Minera, 46 (11): 1254-1258.
- Bullock, RL 2001. Planificación general de la mina subterránea no vegetal. En Métodos de minería subterránea:

Fundamentos de ingeniería y estudios de casos internacionales. Editado por W. Hustrulid y R. Bullock. Littleton, CO: PYME. págs. 15-28.

Bullock, RL 2011. Estudios de viabilidad de propiedades minerales. En Manual de ingeniería minera para PYME, 3ª ed. Editado por P. Darling. Littleton, CO: PYME. págs. 227-261.

Bullock, RL 2013. Los estudios de viabilidad de la mina aún necesitan mejoras. Presentado en la Conferencia Anual de PDAC, 3 al 6 de mayo, Toronto, Canadá.

Campodónico, H 1999. “Factores determinantes de la inversión real en América Latina: Las reformas estructurales en el sector minero peruano y las características de la inversión, 1992-2008”. Serie Reformas Económicas 24. Santiago de Chile: Cepal.

Carlson, TR, Erickson, JD, O'Brian, DT y Pana, MT 1966. Técnicas informáticas en la planificación de minas. Ingeniería Minera, 18 (5): 53–56.

Darling, P., ed. 2011. Manual de ingeniería minera para PYME, 3ª ed. Englewood, CO: PYME. Grogan, T. y col. 1998. Resumen: Corrientes detrás de los costos tranquilos, primer informe de costos trimestral. Ing. Registro de noticias (30 de marzo): 29–45.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

- Darling, P., ed. 2011. Manual de ingeniería minera para PYME, 3ª ed. Englewood, CO: PYME.
- García, L, 2016. Gestión de Proyectos. Obtenido de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/45590/7/lamejideTFC0116memoria.pdf>
- Gentry, DW y O'Neil, TJ 1992. Estudios de viabilidad de la mina. En Manual de ingeniería minera para PYME, 2ª ed. Editado por HL Hartmann. Littleton, CO: PYME.
- Guarnera, BJ y Martin, MD 2011. Valoraciones de propiedades minerales. En Manual de ingeniería minera para PYME, 3ª ed., Vol. 1. Englewood, CO: PYME. págs. 219-226.
- Hendricks, D. y Dahlstrand, A. 1979. Capítulo 15, Aspectos seleccionados de la planificación de la producción — Berkeley Pit. En Planificación y diseño de minas a cielo abierto. Nueva York: Instituto Americano de Ingenieros de Minería, Metalurgia y Petróleo.
- Humphreys, D. 2011. Precios y comercio de minerales y metales. En Manual de ingeniería minera para PYME, 3ª ed. Editado por P. Darling. Littleton, CO: PYME.
- Humphreys, D. 2015. La remodelación de la industria minera.
- IFC (Corporación Financiera Internacional). 2007a. Pautas ambientales, de salud y seguridad. www.ifc.org/ehsguidelines.

IFC (Corporación Financiera Internacional). 2007b. Lineamientos ambientales, de salud y seguridad para la minería. [www.ifc.org / wps / wcm / connect / 1f4dc28048855af4879cd76a6515bb18 / Final ++ Mining.pdf? MOD = AJPERES](http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/1f4dc28048855af4879cd76a6515bb18/Final++Mining.pdf?MOD=AJPERES).

IFC (Corporación Financiera Internacional). 2012. Estándares de desempeño en sostenibilidad ambiental y social. Washington, DC: IFC. www.ifc.org/wps/wcm/connect/115482804a0255db96fbffd1a5d13d27/PS_English_2012_Full-Documents.pdf?MOD=AJPERES.

ISO 14010. 1996. Directrices para la auditoría medioambiental: principios generales. Ginebra: Organización Internacional para la estandarización. www.iso.org.

ISO 19011.2002. Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y el medio ambiente. Ginebra: Internacional Organización para la Estandarización. www.iso.org.

ISO 9000.2015. Sistemas de gestión de la calidad: fundamentos y vocabulario. Ginebra: Organización Internacional para la estandarización. www.iso.org.

ISO14001.2015. Sistemas de gestión ambiental: requisitos con orientación para su uso. Ginebra: Internacional

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Organización para la Estandarización. www.iso.org.

Jackson, T. Green, KP 2017. Encuesta anual de empresas mineras del Instituto Fraser, 2016. Instituto Fraser. www.fraserinstitute.org.

Johnson, GW 2007b. Definición de sostenibilidad y métricas en evolución en el sector de la minería y los metales, Parte 2. *los Geólogo profesional* 44 (4): 40–46. Mernitz, S. 1980. *Mediación de disputas ambientales: un libro de consulta*. Nueva York: Praeger.

JORC (Comité Conjunto de Reservas de Mineral). 2012. *El Código de Australasia para el Informe de Resultados de Exploración, Minerales Recursos y reservas minerales (El Código JORC)*. Gosford, Nueva Gales del Sur: JORC. http://jorc.org/docs/jorc_code2012.pdf

Mernitz, S. 2005. *Geología ambiental y sostenibilidad*. *El geólogo profesional* 42 (2): 41–43.

Moguillansky, G. (1998). *Chile: Inversiones en el sector minero*. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7433/2/S9800075_es.pdf

Mular, A. y Bhappu, R. 1980. *Diseño de Planta de Procesamiento de Minerales*, 2ª ed. Littleton, CO: PYME. págs. 4–10. Taggart, A. 1976. *Manual de preparación de minerales*:

menas y minerales industriales. Serie de manuales de ingeniería de Wiley. Nueva York: Wiley.

NI 43-101. (1997) Normas de divulgación para proyectos minerales. Includido 43-101F1.

www.osc.gov.on.ca/en/SecuritiesLaw_ni_20110624_43-101_mineral-projects.htm. Olofsson, SO.

Noort, DJ y Adam, C. 2006. Sistemas efectivos de gestión de proyectos mineros. En Gestión de minas internacional Actas de congresos. Melbourne: Instituto Australiano de Minería y Metalurgia. págs. 87–96.

Oruga. 2015. Manual de rendimiento de Caterpillar. Edición 41. Peoria, IL: Caterpillar.

Oruga. 2016. Análisis de costos y producción de flotas de Caterpillar (CD), versión 3. Peoria, IL: Caterpillar Clements et al. 1975. Sistema de disponibilidad de minerales USBM, sistema de estimación de costos. Denver, CO: USBM Denver

SME (Sociedad de Minería, Metalurgia y Exploración). 2017. Guía para PYMES para reportar información sobre exploración, Recursos minerales y reservas minerales. Englewood, CO: PYME.

Spark, H. 1993. Capítulo 2, Surface Mining Capital. Manual de estimación de costos para la industria minera australiana.

Gestión y control de proyectos mineros: un análisis a su Viabilidad Técnica y Ambiental

Parkville, VIC: Instituto Australasia de Minería y Metalurgia.

Stebbins, SA 2011. Estimación de costos de minas subterráneas.

Manual de ingeniería minera para PYME, 3ª ed. Editado por P. Darling. Englewood, CO: PYME. págs. 263-279.

Stebbins, SA y Leinart, JB 2011. Estimación de costos para minas a cielo abierto. En Manual de ingeniería minera para PYME, 3ª ed. Editado por P. Darling. Englewood, CO: PYME. págs. 281-293.

Taylor, HK 1977. Estudios de viabilidad y valoración de minas. En Costos de la industria de minerales. Compilado por JR Hoskins y WR Green. Spokane, WA: Asociación Minera del Noroeste. págs. 1-17.

Torries, TF 1998. Evaluación de proyectos minerales: aplicaciones y conceptos erróneos. Littleton, CO: PYME. págs. 38-39, 106-107.

White, ME 1997. Estudios de viabilidad: alcance y precisión. Conferencia internacional sobre Desarrollo del proyecto minero. Victoria, Australia: Instituto Australasia de Minería y Metalurgia. págs. 27-34.

Zimmer, GS 1990. Capítulo 7.2.5, Minería a cielo abierto de metales básicos. En Minería de superficie, 2ª ed. Editado por BA Kennedy. Littleton, CO: PYME. págs. 1008-1020.

ACERCA DE LOS AUTORES

JULIO CESAR LÓPEZ AYALA



Magister en Formulación, Evaluación y Gerencia de Proyectos e Ingeniero de Mantenimiento Industrial de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; experiencia en las áreas de construcción e industria en la planificación, monitoreo y control de proyectos con el uso de software Primavera P6 y Microsoft Project; Auditor interno norma ISO 9001:2008; Certificación nacional en VT y PT para QA/QC de proyectos mineros industriales; Certificación internacional en análisis vibracional para equipamiento rotativos en procesos productivos relacionados a la minería. Cargos desempeñados: Contratista para el estado. Consultor de proyecto cementero de una línea de producción de clínker, verificación documental e inspección al cumplimiento de las especificaciones técnicas. Inspector en montajes y puesta en marcha de maquinaria y equipos mecánicos en proyectos de minerales no metálicos de plantas productoras de cemento en Ecuador y Bolivia contratado por la multinacional ECEBOL, SACYR e IMASA. Jefe de mantenimiento Programado UNION CEMENTERA NACIONAL Chimborazo y Guapan. Experiencia en planificación y programación de módulos ERP, administración de contratos y docencia universitaria impartiendo cátedra en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Universidad Nacional de Chimborazo en la Facultad de Ingeniería; Miembro de comisiones de gestión de la calidad, autoevaluación, plan operativo anual. Miembro de tribunal de proyectos de titulación de pregrado y postgrado; Generación de artículos científicos de medio y alto impacto en relación con proyectos de minería, recursos naturales, energía, emprendimiento y medio ambiente.

XIMENA RASHELL CAZORLA VINUEZA



Ingeniera Ambiental, Tecnóloga en Construcción Andina, Máster Universitario en Sistemas Integrados de Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, la Calidad, el Medio Ambiente y la Responsabilidad Social Corporativa, actualmente estudiando Máster Universitario en Evaluación de la

Calidad y Procesos de Certificación en Educación Superior.

Docente de la Carrera de Ingeniería Ambiental y Tecnologías de la Información en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Sede Morona Santiago en las cátedras de Monitoreo Ambiental, Impactos Ambientales, Tratamiento de Aguas y Sostenibilidad Ambiental.

Alta experiencia en el diseño de plantas de tratamiento de agua, monitoreo ambiental, temas relacionados a sostenibilidad y manejo de los recursos naturales.

Técnico docente de los laboratorios de Física y Química ESPOCH.

Miembro de la Comisión de Evaluación y Acreditación de la carrera de Ingeniería Ambiental CEAC.

Docente investigador del grupo de investigación ITTMS, autor y coautor de importantes artículos científicos y obras de relevancia.

GOERING OCTAVIO ZAMBRANO CARDENAS



Ingeniero en Agroindustrias, Magister en Agroindustrias mención en la Calidad y Seguridad Alimentaria, Docente de la carrera de Ingeniería Ambiental, Minas, Zootecnia en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo sede Morona Santiago en las cátedras de Contaminación y tratamiento de aire, Balance de Masa, Estadística, Química

Orgánica, Estadística, etc.

Alta experiencia en procesos agroindustriales e industriales y temas relacionados con el medio ambiente.

Integrante de comisiones institucionales como Aseguramiento de la calidad de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente investigador del grupo de investigación ITTMS, Autor y coautor de importantes artículos científicos y obras de relevancia.

DIEGO IVÁN CAJAMARCA CARRRAZCO



Ingeniero Zootecnista. Master en Sistemas Integrados de Gestión (Calidad, Ambiente Y Seguridad), en los actuales momentos cursando la Maestría en Sostenibilidad y Planificación de la Conservación Docente de la Carrera de Ingeniería Ambiental y Ingeniería Zootecnia, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Sede Morona Santiago en las asignaturas de: Sostenibilidad

Ambiental. Economía Ambiental, y Legislación Ambiental.

Ex gerente de producción en industrias de producción sostenible, capacitador en temas relacionados con la producción sostenible de los recursos naturales, consultor en temas de calidad ambiental, Normas ISO, Estudios de Impactos Ambientales, producción más limpia, producción de alimentos bajo modelos agroecológicos y política pública ambiental.

Miembro de la Comisión de carrera y aseguramiento de la calidad de la carrera de Ingeniería Ambiental – Ingeniería Zootécnica ESPOCH

Docente investigador del grupo de investigación GIDIPA. Autor y coautor de importantes congresos internacionales, artículos científicos y obras de relevancia.



Este libro es producto de la experiencia adquirida durante nuestra vida profesional e investigaciones en la academia sobre minería y ambiente en bienestar de los estudiantes universitarios, docentes y público en general . Lo que constituye una base firme de conceptos e importancia de la Gestión y control de proyectos mineros desde una perspectiva al análisis de la viabilidad técnica, económica y ambiental. El objetivo principal del texto es presentar de forma clara y precisa la viabilidad de un proyecto minero y su entorno con el ambiente. El libro contiene cuatro capítulos el primero inicia con la garantía y control de calidad en el muestreo de minerales, donde se analiza la información del grupo de exploración del proyecto describiendo la fase de muestreo inicial, así como determinar los cálculos y la clasificación de recursos y reservas. Todo esto conlleva a la generación de una planificación de la mina, sea en base una operación superficial o subterránea , detalladas en el segundo capítulo planificación de etapas de viabilidad en planta de procesamiento de minerales, el tercer capítulo cubre lo que probablemente sea el elemento menos considerado dentro de un proyecto minero como lo es el análisis de mercado para estudios de viabilidad de propiedades minerales y finalmente en el cuarto capítulo detalla las consideraciones medioambientales durante la etapa de viabilidad que analiza metodologías y estrategias utilizadas para cubrir una adecuada viabilidad en la industria minera.

libros.investigacioni2d.com

✉ info@investigacioni2d.com

📍 Riobamba, Ecuador

ISBN: 978-9942-8986-7-8



9 789942 898678