

An aerial photograph of a large-scale open-pit mine. The mine is characterized by numerous horizontal terraced levels, creating a stepped appearance. A network of dirt roads winds through the site, connecting different levels and areas. The terrain is rugged and rocky, with some areas showing signs of erosion. The overall color palette is dominated by earthy tones like browns, greys, and tans. In the background, there are dark, silhouetted mountains under a clear sky. A semi-transparent blue banner with a world map overlay is positioned at the top of the image, containing the title text.

# Guía para Evaluar EIAs de Proyectos Mineros



---

# Guía Para Evaluar EIAs de Proyectos Mineros

---

1era Edición

Julio del 2010



Alianza Mundial de Derecho Ambiental (ELAW), Eugene OR 97403  
© 2010 por la Alianza Mundial de Derecho Ambiental  
Derechos Reservados

Imagen de la Cubierta: mina en Bingham Canyon, Biblioteca del Congreso, por Andreas Feininger  
Diseno y producción por Joshua Keith Vincent

Alianza Mundial de Derecho Ambiental (ELAW)  
1877 Garden Avenue  
Eugene, OR 97403  
U.S.A.  
Teléfono: 1-541-687-8454  
Fax: 1-541-687-0535  
[www.elaw.org](http://www.elaw.org)

Envíe sus preguntas a:  
Mark Chernaik, Asesor Técnico de ELAW  
[mark@elaw.org](mailto:mark@elaw.org)

# Contenido

Lista de Diagramas de Flujo	vii
Agradecimientos	ix
Introducción	1
1. VISTA GENERAL DE LA ACTIVIDAD MINERA Y SUS IMPACTOS	3
1.1 Fases de un Proyecto Minero	3
1.1.1 Exploración	3
1.1.2 Desarrollo	3
1.1.2.1 Construcción de caminos de acceso	4
1.1.2.2 Preparación del lugar y desbroce	4
1.1.3 Explotación de la mina	4
1.1.3.1 Minería a tajo abierto	4
1.1.3.2 Minería aluvial, depósito del placer o placer	5
1.1.3.3 Minería subterránea	5
1.1.3.4 Reprocesamiento en minas inactivas y relaves	5
1.1.4 Disposición del desmonte o desecho de roca	6
1.1.5 Extracción del mineral	6
1.1.6 Beneficio o procesamiento del mineral	6
1.1.7 Disposición de relaves	7
1.1.8 Rehabilitación y cierre	8
1.2 Impactos Ambientales y Sociales de la Minería	9
1.2.1 Impactos en los recursos hídricos	9
1.2.1.1 Drenaje ácido de mina y lixiviados contaminantes	9
1.2.1.2 Erosión de suelos y desechos mineros en aguas superficiales	10
1.2.1.3 Impactos causados por los embalses de relaves, escombreras/desechos de roca, y lixiviación en pilas y botaderos	12
1.2.1.4 Impactos por el desaguado de la mina	12
1.2.2 Impactos de los proyectos mineros en la calidad del aire	13
1.2.2.1 Fuentes Móviles	14
1.2.2.2 Fuentes Estacionarias	14
1.2.2.3 Emisiones Fugitivas	14
1.2.2.4 Liberación accidental de mercurio	14
1.2.2.5 Ruido y Vibración	15
1.2.3 Impactos de la minería en la vida silvestre	15
1.2.3.1 Impactos por la pérdida del hábitat	15
1.2.3.2 Impactos por la fragmentación del hábitat	16
1.2.4 Impactos de los proyectos mineros en la calidad del suelo	16
1.2.5 Impactos sociales de los proyectos mineros	17
1.2.5.1 Desplazamiento humano y re-ubicación	17
1.2.5.2 Impactos de la migración de personas	17
1.2.5.3 Pérdida de acceso al agua limpia	18

1.2.5.4	Impactos en los medios de subsistencia	18
1.2.5.5	Impactos sobre la Salud Pública	18
1.2.5.6	Impactos sobre los recursos culturales y estéticos	19
1.2.6	Consideraciones sobre Cambio Climático	19
2.	VISTA GENERAL DEL PROCESO DE EIA	21
2.1	¿Cuál es el Propósito del Proceso de EIA?	21
2.2	¿Quién Prepara un EIA?	22
2.3	Etapas del Proceso de EIA	23
3.	EVALUACIÓN DE UN EIA TÍPICO DE UN PROYECTO MINERO	27
3.1	Evaluando el Resumen Ejecutivo	28
3.2	Evaluando la Descripción del Proyecto	28
3.2.1	Alternativas al proyecto	28
3.2.1.1	Ubicaciones alternativas de las instalaciones de la mina	28
3.2.1.2	Métodos para el Procesamiento de Mineral	30
3.2.1.3	Métodos Alternativos para la Disposición de Relaves	32
3.2.1.4	La alternativa de no tomar acción	34
3.3	Evaluando la Línea de Base Ambiental	35
3.3.1	Caracterización del mineral	35
3.3.1.1	Mineralogía del análisis de la roca entera	35
3.3.1.2	Potencial de generación de ácido – pruebas estáticas y cinéticas de los materiales minados	37
3.3.1.3	Potencial de generación de contaminantes lixiviados – pruebas de lixiviación a corto y largo plazo	37
3.3.1.4	Identificación de contaminantes de interés	38
3.3.2	Caracterización del clima existente	38
3.3.3	Caracterización de las condiciones sísmicas existentes	38
3.3.4	Caracterización de la calidad de las aguas superficiales	39
3.3.5	Caracterización de la cantidad existente de aguas superficiales y subterráneas	40
3.3.6	Caracterización de la calidad del aire existente	41
3.3.7	Caracterización de la calidad de suelos existente	41
3.3.8	Caracterización de la vida silvestre	42
3.3.8.1	Caracterización de especies terrestres	42
3.3.8.2	Caracterización de especies acuáticas	43
3.3.8.3	Caracterización de hábitats críticos para los procesos ecológicos	43
3.3.9	Línea de base socio-económica local	44
3.4	Evaluación de los Impactos Ambientales Potenciales y Previstos	45
3.4.1	Cómo entender y evaluar las matrices de impacto ambiental	45
3.4.2	Impactos en la calidad y cantidad del agua	46
3.4.2.1	Liberación de contaminantes del agua de relleno de los tajos abiertos	50
3.4.2.2	Contaminantes del agua liberados de los depósitos de relaves	50
3.4.2.3	Contaminantes del agua liberados de los botaderos de escombros o roca de desecho	51
3.4.2.4	Evaluación del significado de los impactos en la calidad del agua	51
3.4.2.5	Impactos causados por el desvío de aguas superficiales	52
3.4.3	Impactos en la calidad del aire	52
3.4.4	Impactos en el clima global	53
3.4.5	Impactos en los procesos ecológicos	54

3.4.5.1	Impactos en la calidad de la vegetación y el suelo	55
3.4.6	Impactos en la vida silvestre	55
3.4.7	Impactos sociales	55
3.4.7.1	Análisis de costo-beneficio	57
3.4.8	Impactos en la seguridad ciudadana	57
3.4.8.1	Análisis de la ruptura de la presa de relaves	57
3.4.8.2	Tráfico	58
3.4.9	Impactos Acumulativos	58
3.4.9.1	Impactos de acciones conectadas o relacionadas	60
3.5	Evaluación de las Medidas de Mitigación y los Planes de Contingencia	61
3.5.1	Protección de los recursos hídricos	61
3.5.1.1	Medidas generales concernientes al drenaje ácido de mina	61
3.5.1.2	Manejo de aguas	63
3.5.1.3	Control de la escorrentía de lluvia, sedimentos y erosión	64
3.5.1.4	Manejo de los botaderos de roca de desecho	66
3.5.1.5	Manejo de los tajos abiertos y prevención del lago en el tajo	66
3.5.1.6	Manejo de los depósitos de relaves húmedos	66
3.5.1.7	Manejo de las instalaciones para lixiviación	67
3.5.2	Protección de la calidad del aire y niveles de ruido	68
3.5.2.1	Control de emisiones fugitivas de polvo	68
3.5.2.2	Control del ruido y vibraciones	68
3.5.3	Manejo de materiales peligrosos	70
3.5.3.1	Uso del cianuro	70
3.5.3.2	Manejo del mercurio	71
3.5.3.3	Almacenamiento de combustible y sustancias líquidas	72
3.5.4	Protección de la vida silvestre	74
3.6	Evaluación del Plan de Monitoreo Ambiental	74
3.6.1	Monitoreo de la calidad del agua	75
3.6.1.1	Monitoreo de la calidad del agua superficial	75
3.6.1.2	Monitoreo de la calidad del agua subterránea	75
3.6.1.3	Parámetros de monitoreo de calidad del agua	76
3.6.2	Monitoreo de la calidad del aire	76
3.6.3	Monitoreo de la vegetación y la calidad del suelo	77
3.6.4	Monitoreo del impacto en la vida silvestre y el hábitat	77
3.6.4.1	Monitoreo de las especies clave	77
3.6.5	Monitoreo de impactos en las comunidades afectadas	78
3.6.5.1	Salud comunitaria	78
3.6.5.2	Inversiones prometidas para el desarrollo socioeconómico	78
3.6.6	Monitoreo de amenazas a la seguridad pública	79
3.7	Evaluación de los Planes de Rehabilitación y Cierre	80
3.7.1	Planes conceptuales versus los reales	80
3.7.2	Objetivos del uso de tierras posterior a las actividades mineras y de rehabilitación	80
3.7.3	Programación de la rehabilitación	81
3.7.4	Rehabilitación y cierre de instalaciones específicas en una mina	82
3.7.4.1	Pilas de sobrecarga y rocas de desecho	82
3.7.4.2	Tajos abiertos	82
3.7.4.3	Embalses de relaves húmedos	84
3.7.4.4	Pilas y botaderos de lixiviados	86

3.7.5	Revegetación	88
3.7.6	Garantías financieras para la rehabilitación y cierre	89
3.7.6.1	Programación del tiempo para la adopción de garantías financieras	90
3.7.6.2	Formas adecuadas de los seguros financieros	92
3.7.6.3	Montos adecuados de las garantías financieras	93
4.	COMO SER UN PARTICIPANTE EFECTIVO EN EL PROCESO DE EIA	95
4.1	Entendiendo el Marco Normativo	96
4.2	Entendiendo los Derechos y Oportunidades de la Participación Pública	97
4.3	Acceso a la Información y a los EIA	98
4.4	La Importancia de Participar lo Más Pronto Posible	98
4.5	Cómo Preparar Comentarios Escritos Efectivos	99
4.6	¿Cómo Participar Efectivamente en Audiencias Públicas?	99
4.7	Cuestionando las Decisiones Adversas Tomadas Durante el Proceso de EIA	100
4.7.1	Revisión administrativa	100
4.7.2	Revisión judicial	101
4.7.2.1	La decisión de demandar	102
4.7.2.2	Enfoque de la revisión judicial	103
4.8	Haciendo Cumplir las Promesas, Compromisos y Condiciones Relativas al Proyecto	103
4.8.1	Promesas contenidas en el EIA	103
4.8.2	Condiciones contenidas en el otorgamiento de aprobación ambiental	103
	Glosario	105
	Referencias	111



# Lista de Diagramas de Flujo

Diagrama de Flujo - Etapas del Proceso de EIA	23
Diagrama de Flujo 3.1 - Alternativas del Proyecto	29
Diagrama de Flujo 3.2 - Análisis para Determinar si una Predicción del Potencial de Generación de Ácida y Lixiviación Potencialmente Contaminante es Adecuada.	36
Diagrama de Flujo 3.3 - Evaluación y Predicción de Los Impactos Anticipados en la Calidad del Agua	49
Diagrama de Flujo 3.4 - Evaluación de Las Medidas de Protección de los Recursos Hídricos.	62
Diagrama de Flujo 3.5 - Evaluación de Cuán Adecuadas son las Medidas Propuestas Para el Manejo de los Materiales Peligrosos	69
Diagrama de Flujo 3.6 - Cómo Saber si un Plan de Rehabilitación y Cierre es Adecuado	83
Diagrama de Flujo 3.7 - Cómo Saber si las Garantías Financieras son Adecuadas	91



# Agradecimientos

La *Guía para Evaluar EIAs de Proyectos Mineros* refleja muchos años de experiencia analizando Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIAs) para propuestas de proyectos mineros alrededor del mundo. La Guía fue producida por un equipo de expertos en la Alianza Mundial de Derecho Ambiental, en colaboración con un comité internacional de revisión. Muchas gracias a: Dr. Glenn Miller, Jefe de la Junta Directiva de ELAW y Director del Programa de Post-Grado en Salud y Ciencias Ambientales de la Universidad de Nevada en Reno; Isabela Figueroa, abogada; Dra. Ann Maest Gerente Científica de Stratus Consulting; María Paz Luna consultora legal de Pusod, Filipinas; Dr. Mark Chernaik, asesor científico de ELAW; Graciela M. Mercedes Lu, asesora e investigadora en ciencias ambientales de ELAW; Jennifer Gleason, abogada de ELAW; Liz Mitchell, abogada de ELAW; Lauren Ice, Administradora de la Oficina de ELAW; Maggie Keenan, Directora de Comunicaciones de ELAW; Rita Radostitz, Directora de Promoción y Contacto de ELAW; Josh Vincent, diseñador gráfico y Eliana Villar Márquez, traductora.

La Alianza Mundial de Derecho Ambiental ofrece a los abogados del interés público, a los científicos y a las comunidades con las que ellos trabajan alrededor del mundo, habilidades y recursos para proteger el ambiente mediante las leyes. Estos defensores, trabajando en sus países, conocen mejor como proteger el ambiente mundial. Ofreciendo a los defensores de las organizaciones de base, las herramientas y recursos que necesitan, ELAW ayuda a proteger el aire, la tierra, el agua, y los ecosistemas y construye un cuerpo mundial de defensores entrenados, comprometidos que trabajan para proteger los ecosistemas y la salud pública para las generaciones futuras. La clave de nuestra estrategia en ELAW es identificar defensores fuertes que estén comprometidos a proteger las comunidades y la biodiversidad en sus propios países. Colaborando con estos defensores y proveyéndoles de herramientas legales y científicas, logramos un impacto sustancial alrededor del mundo a un bajo costo.

Conozca más en: [www.elaw.org](http://www.elaw.org)

Envíe sus preguntas a Mark Chernaik en: [mark@elaw.org](mailto:mark@elaw.org)



# Introducción

La mayoría de países exigen una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) antes de dar luz verde a un proyecto minero. Los procesos de EIA ofrecen una valiosa oportunidad para que los ciudadanos participen en las decisiones sobre las minas. El problema es que los proponentes de proyectos mineros con frecuencia presentan documentos largos y complejos de EIA que resultan incomprensibles para el ciudadano común.

La *Guía para Evaluar EIA de Proyectos Mineros* ayudará tanto a abogados como defensores del interés público, a las organizaciones de base y a los miembros de la comunidad a comprender los EIA mineros y explorar las maneras como las compañías mineras pueden reducir los riesgos a la salud pública asociados con la minería.

El CAPITULO 1, Vista General de la Minería y sus Impactos ofrece una revisión de las prácticas mineras en la minería de gran escala y la forma en que estas prácticas pueden dañar el ambiente y la salud pública.

El CAPITULO 2, Vista General del Proceso de EIA, describe las varias fases del proceso de EIA e identifica las oportunidades para influir en las decisiones sobre una propuesta de proyecto minero.

El CAPITULO 3, Revisión de un típico EIA para un proyecto minero, se concentra en los documentos de EIA y la forma de evaluar críticamente las diferentes secciones de un EIA.

La SECCION 3.1 ofrece una guía de lo que constituye un adecuado Resumen Ejecutivo.

La SECCION 3.2 ofrece una guía de lo que constituye una adecuada Descripción del Proyecto, incluyendo las alternativas de proyecto.

La SECCION 3.3 examina lo que debería contener la Línea de Base Ambiental, incluyendo la discusión de las pruebas para predecir la generación de ácido y la potencial lixiviación contaminante de los minerales metálicos. La información necesaria para una adecuada caracterización del agua y calidad del aire existentes, vida silvestre, y características socio-económicas de las áreas del proyecto.

La SECCION 3.4 ofrece una guía para evaluar impactos ambientales, incluyendo lo que constituye una adecuada evaluación en la calidad del agua, calidad del aire, vida silvestre, la sociedad y la seguridad pública.

La SECCION 3.5 se ocupa del Plan de Manejo Ambiental y lo que constituye medidas de mitigación adecuadas y planes de contingencia.

La SECCION 3.6 se concentra en el Plan de Monitoreo Ambiental, incluyendo lo que constituye un plan adecuado para el monitoreo del impacto de un proyecto minero propuesto en las comunidades y en el ambiente.

La SECCION 3.7 se ocupa de del Plan de Rehabilitación y Cierre, ofreciendo una guía sobre los planes de un cierre adecuado para las instalaciones específicas (botaderos de escombros, rocas de desecho, minas de tajo abierto, presas para relaves y servicios de lixiviados) y como determinar si se reservaran fondos suficientes para pagar la implementación del Plan de Rehabilitación y Cierre.

El CAPITULO 4, Cómo ser un participante efectivo en el Proceso de EIA, ofrece consejos prácticos sobre como los abogados y defensores del interés público pueden generar una participación efectiva en el proceso de la EIA. Este capítulo también ayudará a los lectores a entender el marco normativo que se aplica al proceso de EIA y los proyectos mineros; obtener total acceso a los documentos de EIA e información relativa a un

proyecto minero igualmente la forma de comentar de manera efectiva durante las distintas etapas del proceso de EIA; como cuestionar decisiones adversas tomadas durante el proceso de la EIA; y como hacer cumplir las promesas hechas en el EIA y documentos relacionados.

La Guía incluye referencias, un glosario y una Lista de cuestiones prioritarias para la Revisión de un EIA.

# 1. Vista General de la Actividad Minera y sus Impactos



Los proyectos mineros propuestos se diferencian por el tipo de metales o materiales que se extraen de la tierra. La mayoría de propuestas de proyectos mineros involucran la extracción de depósitos de metales tales como cobre, níquel, cobalto, oro, plata, plomo, zinc, molibdeno y platino. Esta Guía trata sobre los impactos

ambientales de los proyectos mineros a gran escala que involucran estos metales. La Guía no se ocupa de la minería de minas a cielo abierto, tales como aluminio (bauxita), fosfatos y uranio. La Guía tampoco abarca la minería y efectos de la extracción de carbón y agregados tales como arena, grava y piedra caliza.

---

## 1.1 FASES DE UN PROYECTO MINERO

Los proyectos mineros comprenden distintas fases secuenciales que empiezan con la exploración del mineral metálico y termina con el periodo de post-cierre de la mina. Lo que sigue es una breve descripción de las fases típicas de un proyecto minero. Cada fase está asociada a un conjunto de impactos ambientales.

### 1.1.1 Exploración

Un proyecto minero solo puede iniciarse con el conocimiento de la extensión y el valor del yacimiento de mineral. La información sobre la ubicación y el valor del yacimiento de minerales se obtiene durante la fase de exploración. Esta fase comprende inspecciones, estudios de campo, perforaciones de prueba y otros análisis exploratorios.

La fase exploratoria de un proyecto minero comprende el desbroce de áreas extensas de vegetación, por lo general en forma de

líneas, para permitir la entrada de vehículos pesados sobre los cuales se montan plataformas de perforación. Muchos países exigen una Evaluación de Impacto Ambiental específica para la fase exploratoria de un proyecto minero porque los impactos de esta fase pueden ser profundos, y porque las fases posteriores del proyecto minero podrían no continuar si la exploración no logra encontrar suficientes cantidades de depósitos de mineral metálico de alto grado.

### 1.1.2 Desarrollo

Si la fase de exploración demuestra que existe un yacimiento de mineral de dimensiones y grado suficientes, entonces el proyecto puede empezar a planear el desarrollo de la mina. Esta fase del proyecto tiene varios componentes.

### **1.1.2.1 Construcción de caminos de acceso**

La construcción de caminos de acceso - sean estos para traer equipos pesados e insumos a la mina, o para sacar los metales o minerales procesados- puede tener impactos considerables en el ambiente especialmente si los caminos de acceso atraviesan zonas ecológicamente sensibles o pasan cerca de comunidades indígenas que hasta entonces estuvieron aisladas. Si la propuesta de un proyecto minero incluye la construcción de caminos de acceso, entonces el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) deberá incluir una completa evaluación de los impactos ambientales y sociales de estos caminos.



*Erosión cerca de un camino a la mina. Mina Pelambres, Chile  
FOTO: Rocío Ávila Fernández*

### **1.1.2.2 Preparación del lugar y desbroce**

En el caso que una mina se ubique en una zona remota y sin desarrollo, quien propone el proyecto puede necesitar empezar por desbrozar el terreno para la construcción de áreas de trabajo que alojarían al personal y equipos. Aun antes que el terreno sea minado, las actividades asociadas con la preparación y desbroce del lugar pueden tener impactos ambientales significativos, especialmente si estos se encuentran al interior o al lado de zonas ecológicamente sensibles. El EIA debe evaluar por separado los impactos vinculados a la preparación y desbroce del terreno.

### **1.1.3 Explotación de la mina**

La actividad de la mina puede empezar una vez que una empresa ha construido los caminos de acceso y ha preparado el lugar de trabajo que alojará al personal y equipos. Todos los tipos de explotación minera comparten un aspecto común: la extracción y concentración (o beneficio) del metal de la corteza terrestre. Los proyectos mineros difieren considerablemente en los métodos propuestos para la extracción y concentración del mineral metálico.

En casi todos los casos, los minerales metálicos se entierran debajo de una capa de suelo o roca común (denominado 'excedente' o 'desecho de roca') que debe ser removido o excavado para acceder al depósito de mineral metálico. La primera forma en la que los proyectos mineros propuestos se diferencian entre sí es, por lo tanto, en el método propuesto para sacar o excavar la sobrecapa o cubierta de material (suelo) encima del yacimiento. A continuación, presentamos breves descripciones de los métodos más comunes.

#### **1.1.3.1 Minería a tajo abierto**

La minería a tajo abierto es un tipo de minería superficial en la cual el mineral metálico se extiende muy profundamente en el suelo, lo cual demanda la remoción de capas de excedente y mineral.

En muchos casos, antes de remover el excedente, se requiere la tala de árboles y desbroce o quema de vegetación que se encuentra sobre el yacimiento. El uso de maquinaria pesada, usualmente excavadoras y camiones de carga, es la forma más frecuente de retirar el excedente. Debido a que la minería a tajo abierto frecuentemente comprende la remoción de áreas con vegetación nativa, este es uno de los tipos de minería más destructivos ambientalmente, especialmente al interior de bosques tropicales.





*Mina de tajo abierto en Cerro de Pasco, Perú  
FOTO: Centro de Cultura Popular LABOR, Perú*

Debido a que la minería a tajo abierto se emplea para depósitos de mineral a gran profundidad bajo la superficie del suelo, usualmente comprende la creación de un tajo abierto que excede la profundidad del acuífero. Cuando este es el caso, el agua subterránea debe ser bombeada para permitir el minado. Usualmente se forma un lago en el tajo al término de las operaciones de minado y después que cesa el bombeo del agua subterránea.

### **1.1.3.2 Minería aluvial, depósito del placer o placer**

El depósito del placer o también llamado placer trata de una acumulación de mineral valioso que se encuentra depositado con sedimentos en el lecho de una corriente de agua o en una zona inundable. Se usan excavadoras, dragas o bombas hidráulicas (en el proceso de minado 'minería hidráulica) para extraer el mineral. La explotación minera del placer por lo general tiene por objetivo retirar oro de los sedimentos o arena aluvial de un río o corriente de agua y en zonas inundables. Debido a que la explotación minera del placer generalmente ocurre en el lecho de una corriente de agua superficial, este es un tipo de minería es ambientalmente destructiva, libera grandes cantidades de sedimento, y puede impactar las aguas superficiales a lo largo de muchas millas (o kilómetros) de distancia del lugar de la mina.

### **1.1.3.3 Minería subterránea**

En la minería subterránea se retira una cantidad mínima de material sobrecapa o excedente para tener acceso al yacimiento de mineral. El acceso al depósito de mineral se logra mediante un túnel. Los conductos, o socavones verticales conducen a una red horizontal de túneles que tienen acceso directo al mineral. Por el método minero de excavación de galerías, secciones o bloques de roca son retirados en pilas verticales que crean una cavidad subterránea la que por lo general se llena con un agregado de cemento y roca de desecho.

Si bien la minería subterránea es un medio menos destructivo de acceder al yacimiento de mineral, por lo general es más costosa y conlleva riesgos a la seguridad mucho más grandes que la minería superficial, incluyendo la minería a tajo abierto. Si bien la mayoría de proyectos mineros a gran escala comprenden la minería a tajo abierto, muchas minas subterráneas se encuentran en producción en el mundo.

### **1.1.3.4 Reprocesamiento en minas inactivas y relaves**

Algunos proyectos mineros comprenden el reinicio de la extracción de minerales a partir de depósitos de desechos (por lo general relaves) de las minas inactivas o abandonadas, o de depósitos antiguos. Esta actividad busca reactivar minas mediante el uso de métodos más eficientes de beneficio de metal que hacen económicamente rentable la re-extracción de metales de un depósito de desechos mineros. Los proyectos mineros que sólo comprenden volver a procesar los depósitos de desechos mineros abandonados eluden los impactos ambientales causados por la minería superficial, minería a tajo abierto y la explotación minera de placer, pero aun conllevan impactos ambientales asociados al procesamiento (beneficio) de los metales que se encuentran en los depósitos de desechos.

### 1.1.4 Disposición del desmonte o desecho de roca

En casi todos los proyectos, los yacimientos de metales se encuentran enterrados debajo de una capa de suelo o roca (llamado "terreno de recubrimiento", "sobrecapa", "material estéril" o "desecho de roca") que debe ser retirada o excavada para permitir el acceso al yacimiento de mineral. La mayoría de proyectos mineros genera una enorme cantidad de material estéril o desechos de roca! La proporción o razón material estéril/ mineral metálico [llamado 'strip ratio' en inglés] es por lo general mayor que uno, y puede ser mucho mayor en algunos proyectos mineros. De esta manera, por ejemplo, si un proyecto minero comprende la extracción de unos pocos cientos de millones de toneladas métricas de mineral metálico, entonces puede generar más de un mil millones de toneladas métricas de material estéril y desecho de roca.

Estos altos volúmenes de desechos algunas veces tienen niveles significativos de sustancias tóxicas, por lo general se depositan en el mismo lugar de la mina, sea apilado sobre la superficie o como material de relleno de tajos abiertos o en túneles de minas subterráneas. Por lo tanto, el EIA de un proyecto minero propuesto debe evaluar cuidadosamente las opciones de manejo y los impactos asociados de la disposición de material estéril.

### 1.1.5 Extracción del mineral

Luego que una compañía minera ha retirado el material estéril, comienza la extracción de mineral metálico mediante el uso de equipo y maquinaria pesada especializada, tales como excavadoras, montacargas, grúas, camiones que transportan el mineral a las instalaciones de procesamiento a través de caminos. Esta actividad genera un conjunto de impactos ambientales, tales como emisiones fugitivas de polvo de los caminos, los que deben evaluarse por separado en un EIA para tal fin.

### 1.1.6 Beneficio o procesamiento del mineral

A pesar que los yacimientos de minerales contienen altas concentraciones de metales, estos generan grandes cantidades de desechos. Por ejemplo, el contenido de cobre en un depósito de buen grado puede contener solamente la cuarta parte de un uno por ciento de metal. El contenido de oro en un depósito de buen grado puede contener solamente unas pocas centésimas de porcentaje. Por lo tanto, el siguiente paso en la minería es el chancado, la trituración (o molienda) del mineral y separar las cantidades relativamente pequeñas de metal del material no metálico en un proceso que se denomina 'beneficio'.

La molienda es una de las actividades más costosas del beneficio de minerales y resulta en partículas muy finas que pueden permitir una mejor extracción del metal, pero también una liberación más completa de los contaminantes cuando estos toman la forma de relaves. Los relaves son remanentes que resultan del proceso de molienda del mineral a partículas finas y luego que se extraen el/os metal(es) valioso(s).

Los procesos de beneficio incluyen técnicas de separación física/química tales como concentración por gravedad, separación magnética, separación electrostática, flotación, extracción por solventes, proceso de electro-obtención o 'electrowinning' lixiviado, precipitación, y amalgamación (frecuentemente con mercurio). Los desechos de estos procesos incluyen desechos de roca, relaves, desechos del lixiviado (en el caso de las operaciones de oro y plata), y la disposición final de materiales de desecho del lixiviado (operaciones de lixiviación de cobre).

El proceso de lixiviado con cianuro es un tipo de proceso, empleado por lo general para la recuperación del oro, plata y cobre, que merece ser tratado por separado debido a los impactos que genera en el ambiente y en la seguridad pública. Al realizarse la lixiviación, el mineral

finamente molido se deposita en una pila o depósito de grandes dimensiones (llamado pila de lixiviación) sobre una membrana impermeable, y una solución con contenido de cianuro se irriga sobre el depósito o pila de material. La solución de cianuro disuelve los metales valiosos y la solución “preñada” con contenido de metal se colecta en la base de la pila mediante un sistema de tuberías.



Lixiviación en pilas, mina de oro Bighorn, California, EEUU  
FOTO: Bender Environmental Consulting

### 1.1.7 Disposición de relaves

Como mencionamos arriba, aun los yacimientos de minerales de alto grado consisten casi enteramente de materiales no metálicos y con frecuencia contienen metales tóxicos (tales como cadmio, plomo y arsénico). El proceso de beneficio genera un gran volumen de desechos llamados ‘relaves’, el residuo de mineral que permanece después que ha sido triturado, y que ha sido extraído el metal valioso (por ejemplo con cianuro (oro) o con ácido sulfúrico (cobre)).

Si un proyecto minero comprende la extracción de algunos millones de toneladas métricas de mineral metálico, entonces el proyecto minero generará una cantidad similar de relaves. Una de las cuestiones centrales que determinará si un proyecto minero es ambientalmente aceptable es la forma como una empresa minera realiza la disposición final de este alto volumen y material tóxico. A largo plazo, la meta de la disposición y manejo de relaves es prevenir la movilización

y liberación en el ambiente de los compuestos tóxicos que se encuentran en los relaves.

Una sección de esta Guía se ha dedicado a hacer una comparación detallada de las opciones para la disposición de relaves (ver 3.2.1.3). Estas opciones incluyen: 1) el uso de un lugar de almacenamiento de relaves también llamado “depósito”, “cancha”, “tranque” de relaves; 2) deshidratación y disposición de relaves secos o como material de relleno; y 3) disposición submarina de relaves.

La primera opción (laguna, cancha o tranque de relaves) es, por lo general, la opción más frecuente pero, la segunda opción, (disposición de relaves secos) es, en la mayoría de circunstancias, la opción más conveniente. La tercera opción (disposición de relaves en el medio submarino) se propone a veces cuando la mina se encuentra cerca de medios marinos de gran profundidad o, en raras ocasiones, también se ha optado por la disposición en lagos de agua dulce. Estas opciones han tenido un resultado ambiental muy pobre en las pocas ocasiones que este se ha realizado.

Antes que fuera obligatorio el cumplimiento de las normas ambientales en minería, muchas empresas mineras, por conveniencia, simplemente descargaban los relaves en los sitios más cercanos, incluyendo ríos y arroyos cercanos. Algunas de las peores consecuencias ambientales se han asociado con la descarga abierta de los relaves, una práctica casi universalmente rechazada en la actualidad. La Corporación Financiera Internacional (CFI)/Grupo del Banco Mundial explica:

*“La disposición en cuerpos de agua superficiales (ríos, lagos y lagunas) o aguas marinas someras no se considera una buena práctica de la industria a nivel internacional. Por analogía, el dragado de ríos, que requiere la disposición de relaves en los ríos*

*tampoco se considera una buena práctica internacional”.*<sup>1</sup>



*Disposición de relaves en una mina en Perú  
FOTO: Centro de Cultura Popular LABOR, Perú*

### **1.1.8 Rehabilitación y cierre**

Al término de las actividades mineras o de preferencia durante la fase de operaciones, las instalaciones y del lugar de operaciones deben ser rehabilitadas y cerradas. La meta de la rehabilitación y cierre de una mina debe ser siempre el retorno de las condiciones del lugar lo más parecido posible a las condiciones ambientales y ecológicas previas a la existencia de la mina. Las minas notables por sus inmensos impactos en el ambiente, han causado impactos solamente durante la fase de cierre, después que las operaciones de la mina activa han cesado, algunas veces durante décadas y aun siglos. Por lo tanto, la Evaluación de Impacto Ambiental de

toda mina propuesta debe incluir una discusión detallada de la rehabilitación y cierre ofrecido por quien propone la mina.

Los Planes de Rehabilitación y Cierre deben describir en suficiente detalle cómo la empresa minera restaurará el lugar a la condición lo más parecida posible a la calidad ambiental previa a la mina; cómo va a prevenir –a perpetuidad– la liberación de contaminantes tóxicos de las distintas instalaciones de la mina (tales como tajos abiertos abandonados y depósitos de relaves); cómo se asignarán fondos para asegurarse que los gastos de rehabilitación y cierre serán cubiertos.

Se ha dedicado una sección de esta Guía para discutir acerca de la manera de evaluar si los Planes de Rehabilitación y Cierre ofrecidos por quien propone una mina son los adecuados (ver 3.7).

---

<sup>1</sup> CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) “Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.” [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHS-Guidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHS-Guidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

## 1.2 IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES DE LA MINERÍA

El resto de este capítulo de la Guía describe los tipos más importantes de impactos ambientales que un proyecto minero puede causar.

### 1.2.1 Impactos en los recursos hídricos

Tal vez el impacto más significativo de un proyecto minero es el efecto en la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos en la zona del proyecto. Las preguntas principales son si tanto el agua superficial como el agua subterránea permanecerán aptas para consumo humano, y si la calidad de las aguas superficiales en el área del proyecto seguirá siendo adecuada para mantener las especies acuáticas nativas y la vida silvestre terrestre.

#### 1.2.1.1 Drenaje ácido de mina y lixiviados contaminantes

El potencial de drenaje ácido es una cuestión clave. La respuesta determinará si la propuesta de un proyecto minero es o no es ambientalmente aceptable. Cuando los materiales (tales como las paredes de los tajos abiertos y de las minas subterráneas, relaves, escombros o desechos de roca, lixiviados y materiales de desecho de la lixiviación) se excavan y se exponen al oxígeno y al agua, se puede formar ácido si el hierro y materiales sulfurosos (especialmente la pirita, u 'oro de tontos') son abundantes y hay una insuficiente cantidad de material que lo neutralice para contrarrestar la formación de ácido. El ácido se convertirá en lixiviado o disolverá metales y otros contaminantes que se encuentran en los materiales minados y formará una solución ácida con alto contenido de sulfatos, rica en metales (incluyendo elevadas concentraciones de cadmio, cobre, plomo, zinc, arsénico, etc.)

El lixiviado de compuestos tóxicos tales como el arsénico, selenio y otros metales puede ocurrir aun en ausencia de condiciones ácidas. Compuestos de cianuro y nitrógeno (amonio,

nitrito) pueden también elevarse en las aguas en zonas mineras por la lixiviación y las detonaciones.

El drenaje ácido y la lixiviación contaminante es la fuente más importante de impactos en la calidad de agua relacionadas con la minería metálica.



Drenaje ácido de mina  
FOTO: SOSBlueWaters.org

Como explica Earthworks:

*“El drenaje ácido se considera una de las amenazas más graves a los recursos hídricos. El drenaje ácido tiene el potencial de causar devastación con impactos a largo plazo en los ríos, riachuelos y en la vida acuática.*

*“¿CÓMO SE FORMA? El drenaje ácido es una fuente de preocupación en muchas minas porque metales tales como el oro, plata, molibdeno se encuentran con frecuencia en la roca en forma de metales azufrados. Cuando los sulfuros en la roca se excavan y se exponen al agua y al aire durante el proceso de minado, se forma ácido sulfúrico. Esta agua ácida puede disolver otros metales peligrosos en las rocas cercanas. Si no es controlado, el drenaje ácido puede discurrir hacia los ríos, riachuelos o percolarse hacia las aguas subterráneas. El drenaje ácido puede liberarse desde cualquier parte de la mina donde los sulfuros se expongan al aire y al agua, incluyendo las pilas de material*



estéril, botaderos de escombros o desecho de roca, relaves, tajos abiertos, túneles subterráneos y pilas de lixiviación.

*“DAÑOS A LOS PECES Y OTRAS ESPECIES ACUÁTICAS. Si el desecho de mina genera ácidos, el impacto en los peces, animales y plantas puede ser severo. Muchos ríos impactados por el drenaje ácido de mina tienen un valor de pH de 4 o menos –similar a una batería ácida. Es poco probable que las plantas, animales y peces puedan sobrevivir en ríos con tales condiciones.*

*“METALES TÓXICOS; El drenaje ácido también disuelve metales tóxicos, como el cobre, aluminio, cadmio, arsénico, plomo y mercurio, que se encuentran en la roca de los alrededores. Estos metales, particularmente el hierro, pueden formar una capa rojiza-anaranjada de lodo que cubre el lecho de los ríos o riachuelos. Aun en pequeñas cantidades los metales pueden ser tóxicos para los humanos y la vida silvestre. Arrastrados por el agua, los metales pueden viajar largas distancias, contaminando los riachuelos y agua subterránea lejos del punto de origen. Los impactos en la vida acuática pueden ir desde la muerte inmediata de peces hasta efectos sub-letales, que afectan su crecimiento, comportamiento o la capacidad reproductiva.*

*“Los metales son particularmente problemáticos porque no se destruyen por en el ambiente. Se sedimentan en el fondo y persisten en los lechos de los ríos, riachuelos, por largos periodos de tiempo, constituyendo una fuente de contaminación a largo plazo que afecta los insectos acuáticos que viven ahí, y a los peces que se alimentan de estos.”<sup>2</sup>*

### **1.2.1.2 Erosión de suelos y desechos mineros en aguas superficiales**

En la mayoría de proyectos mineros, el potencial de erosionar los suelos y sedimentos y degradar la calidad del agua superficial es un gran problema.

De acuerdo con un estudio encargado por la Unión Europea:

*“Debido a la gran extensión de tierras perturbadas por operaciones mineras y las grandes cantidades de materiales excavados expuestos en los lugares de operación, la erosión puede ser un problema mayor. En consecuencia, el control de la erosión debe considerarse desde el inicio de operaciones mediante el cumplimiento de medidas de rehabilitación. La erosión puede causar grandes cantidades de sedimentos (cargados con contaminantes químicos) en los cuerpos de agua cercanos, especialmente durante tormentas severas y periodos en los cuales la nieve se derrite.*

*“La escorrentía superficial cargada de sedimentos por lo general causa una corriente laminar y se colecta en canales, zanjas o canaletas u otros medios que los conduzcan. Estos sedimentos finalmente pueden estar presentes en las aguas superficiales o depositarse en zonas inundables o en valles. Históricamente, los procesos de erosión y sedimentación han causado la acumulación de gruesas capas de partículas finas de mineral y sedimentos en las regiones inundables y la alteración del hábitat acuático, así como la pérdida de la capacidad de almacenamiento en las aguas superficiales. Los principales factores que influyen en la erosión incluyen el volumen y velocidad de la escorrentía de mina, las lluvias, el nivel de infiltración de la lluvia en el suelo, la cantidad de cubierta vegetal, la longitud de la pendiente o la distancia desde el punto de origen del flujo en tierra hacia el punto donde empieza la deposición, así como las estructuras operativas para el control de la erosión.*

*“Las mayores fuentes de erosión/carga de sedimentos en sitios mineros pueden incluir las zonas de los tajos abiertos, las pilas de lixiviación y aquellas provenientes de los depósitos de desechos, escombros o las rocas de desecho, los depósitos de material estéril, depósitos y presas de relaves, caminos de*

<sup>2</sup> Earthworks Fact Sheet: Hardrock Mining and Acid Mine Drainage. [http://www.earthworksaction.org/pubs/FS\\_AMD.pdf](http://www.earthworksaction.org/pubs/FS_AMD.pdf)

acceso y transporte de material, depósitos de minerales, áreas de mantenimiento de equipos y vehículos, áreas de exploración y áreas en rehabilitación. Una preocupación más es que los materiales expuestos provenientes de las operaciones mineras (trabajos mineros, desechos, suelos contaminados, etc.) pueden contribuir a que los sedimentos se carguen de contaminantes químicos, principalmente, metales pesados. La gran variedad de condiciones naturales de cada lugar (por ejemplo, geología, vegetación, topografía, clima, proximidad y características de las aguas superficiales), en combinación con diferencias significativas en las cantidades y características de los materiales expuestos en las minas, impide formular generalizaciones sobre las cantidades y características de las cargas de sedimentos

“Los tipos de impactos asociados con la erosión y sedimentación son numerosos, por lo general producen impactos a corto y a largo plazo. Las concentraciones elevadas de material particulado en la columna de agua superficial pueden producir efectos tóxicos agudos y crónicos en peces.

“Los sedimentos depositados en capas en terrenos inundables o en ecosistemas terrestres pueden producir muchos impactos asociados con aguas superficiales, aguas subterráneas y ecosistemas terrestres. Los minerales asociados con depósitos de sedimentos pueden bajar el pH o la carga de metales en las aguas superficiales y/o producir contaminación persistente de las aguas subterráneas. Los sedimentos contaminados también pueden bajar el pH de suelos al punto de causar la pérdida del hábitat y la vegetación.

“Además de los impactos potenciales de los contaminantes en la vida humana y acuática, hay impactos potenciales asociados con el aumento de las velocidades de escorrentía y de los volúmenes provenientes de nuevas perturbaciones de terrenos. El aumento de las velocidades y volúmenes puede

causar inundaciones aguas abajo, cambios en el cauce de canales de riachuelos, y daño estructural a las bases de puentes y entradas de canaletas. En las áreas donde las emisiones han depositado partículas de ácido y se ha destruido la vegetación nativa, la escorrentía tiene el potencial de aumentar el grado de erosión y conllevar a la remoción del suelo de la zona afectada. Esto es particularmente cierto cuando el paisaje se caracteriza por tener pendientes pronunciadas y rocosas. Una vez que los suelos han sido retirados, es difícil revegetar la ladera naturalmente o con la intervención humana.”<sup>3</sup>



Drenaje de desmonte sobre una mina en Australia  
FOTO: Peripitus

Ambiente Australia (Environment Australia) resume el problema como sigue:

“Los efectos adversos potenciales causados por el diseño y manejo inadecuado de aguas en una mina incluyen: niveles inaceptables de sólidos suspendidos (residuos no filtrables) y sólidos disueltos (residuos filtrables) en la escorrentía superficial [y] erosión del lecho y bancos de los cursos de agua. Es evidente que un Plan para el Control de Sedimentos y de la Erosión es un componente fundamental de todo Plan de Manejo de Aguas en una mina.”<sup>4</sup>

3 MINEO Consortium (2000) “Review of potential environmental and social impact of mining” <http://www2.brgm.fr/mineo/UserNeed/IMPACTS.pdf>

4 Environment Australia (2002) “Overview of Best Practice Environmental Management in Mining.” <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMOverview.pdf>

### **1.2.1.3 Impactos causados por los embalses de relaves, escombreras/desechos de roca, y lixiviación en pilas y botaderos**

Los impactos en la calidad del agua por los relaves, rocas de desecho, pilas de lixiviación y lixiviación en montones pueden ser graves. Estos impactos incluyen la contaminación del agua subterránea que está debajo de estas instalaciones y en las aguas superficiales que reciben sus descargas. Las sustancias tóxicas pueden lixivarse de estas instalaciones, filtrarse a través del suelo y contaminar las aguas subterráneas, especialmente si el fondo de estas instalaciones no ha sido adecuadamente protegido con una membrana impermeabilizante.

Los relaves (un sub-producto del procesamiento del mineral) son un desecho que se produce en grandes cantidades, puede contener sustancias tóxicas a niveles peligrosos de arsénico, plomo, cadmio, cromo, níquel y cianuro (si se usa cianuro en el proceso de lixiviación). Si bien no siempre es la opción preferida ambientalmente hablando, muchas empresas mineras realizan la disposición de relaves mezclados con agua (para formar una especie de lodo o pasta) y proceden a disponer de este lodo detrás de una alta presa en un embalse de relaves húmedos. Debido a que el mineral por lo general se extrae en forma de lodo, el desecho resultante contiene grandes cantidades de agua, y generalmente se forman lagunas sobre las presas de relaves que pueden amenazar a la vida silvestre, particularmente los relaves cianurados en las minas de metales preciosos.

Finalmente estas lagunas se secarán, en climas áridos, o pueden liberar agua en climas húmedos. En ambos casos, se requieren métodos específicos de manejo para el cierre de estos depósitos de desechos a fin de reducir las amenazas ambientales que puedan generarse al cierre de la mina.

### **1.2.1.4 Impactos por el desaguado de la mina**

Cuando un tajo abierto intercepta un acuífero resulta en el flujo de agua subterránea hacia el tajo abierto. Para que la mina pueda proceder, las empresas mineras deben bombear y descargar esta agua a otro lugar. El bombeo y descarga de agua de mina causa un conjunto particular de impactos ambientales que son bien descritos por un estudio realizado por la Unión Europea:

*“El desaguado de una mina se hace cuando el acuífero está a una altura superior a la de una mina subterránea o que a la profundidad de un tajo abierto. Alternativamente, el agua puede ser bombeada de pozos alrededor de la mina para crear un cono de depresión en el nivel de aguas subterráneas, por tanto causando la reducción de la infiltración.*

*Cuando la mina se encuentra operativa, el agua de mina debe ser continuamente sacada de la mina para facilitar la extracción de mineral. Sin embargo, una vez que cesan las operaciones mineras, la remoción y manejo del agua de minas termina también resultando en la posible acumulación en fracturas de rocas, socavones, túneles y tajos abiertos y ocurre una liberación descontrolada al ambiente.*

*“La reducción del agua subterránea y los impactos asociados en las aguas superficiales y humedales cercanos puede ser de gran preocupación en algunas áreas.*

*“Los impactos causados por la reducción del nivel de aguas subterráneas puede incluir la reducción o eliminación de flujos de aguas superficiales; degradación de la calidad de aguas superficiales y del beneficio de sus usos; degradación del hábitat (no solo de zonas riparias, manantiales, y otros hábitats relacionados a zonas acuosas, sino también hábitats elevados tales como malezas por cuanto los niveles de aguas subterráneas se reducen por debajo de la zona donde se encuentran las raíces profundas); se reduce también o se elimina la producción en pozos*



de abastecimiento doméstico; problemas de calidad/cantidad de agua asociados con la descarga de agua subterránea bombeada en aguas superficiales, aguas abajo de la zona donde se ha realizado el bombeo. Los impactos pueden durar por décadas. Mientras ocurre el bombeo para retirar el agua, la descarga del agua bombeada, después de tratamiento adecuado, puede por lo general ser usada para mitigar efectos adversos en las aguas superficiales. Sin embargo, cuando cesa el bombeo de agua, los conos de depresión pueden tomar décadas en recargarse y pueden continuar reduciendo los flujos de agua... Las medidas de mitigación que confían en el uso de agua bombeada para crear humedales sólo pueden permanecer en tanto que ocurra el bombeo de agua.”<sup>5</sup>

### 1.2.2 Impactos de los proyectos mineros en la calidad del aire

El transporte de emisiones en el aire ocurre durante todas las etapas del ciclo de vida de una mina, si bien en particular se dan durante la exploración, desarrollo, construcción y operación. Las operaciones mineras movilizan grandes cantidades de material; requieren maquinaria pesada y equipos industriales para procesar el mineral. Las pilas o depósitos de desechos contienen partículas pequeñas que pueden ser fácilmente dispersadas por el viento.

Las mayores fuentes de contaminación del aire en

<sup>5</sup> MINEO Consortium (2000) “ Review of potential environmental and social impact of mining” <http://www2.brgm.fr/mineo/UserNeed/Impacts.pdf>

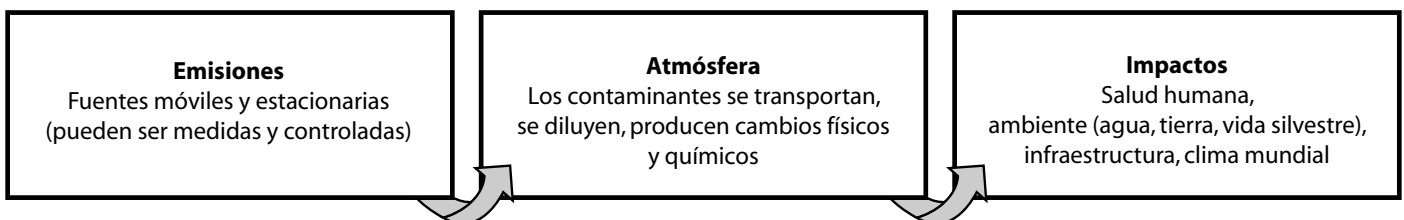
operaciones mineras son:

- Material particulado transportado por el viento como resultado de excavaciones, voladuras, transporte de materiales, erosión eólica (más frecuente en tajos abiertos), polvo fugitivo proveniente de los depósitos de relaves, depósitos, pilas de desechos, caminos. Las emisiones de los gases de escape de fuentes móviles (vehículos, camiones, maquinaria pesada) también contribuyen a aumentar el nivel de material particulado; y
- Emisiones gaseosas provenientes de la quema de combustibles en fuentes estacionarias como móviles, voladuras y procesamiento de minerales.

Cuando una fuente emite contaminantes en la atmósfera, los contaminantes son transportados en el aire, se diluyen y son sujetos a cambios (físicos y químicos) en la atmósfera y finalmente alcanzan al receptor (Figura 1). Estos contaminantes pueden causar serios efectos en la salud de las personas y en el ambiente.

La minería a gran escala potencialmente puede contribuir de manera importante a la contaminación del aire, especialmente durante la etapa de operación. Las actividades durante la extracción de mineral, procesamiento, manipulación y transporte dependen del equipo, del tipo de generadores de energía, procesos y materiales que pueden generar contaminantes atmosféricos peligrosos tales como material particulado, metales pesados, monóxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

Figura 1.



### **1.2.2.1 Fuentes Móviles**

Las fuentes móviles de contaminantes del aire incluyen vehículos pesados usados en las operaciones de excavación, vehículos de transporte de personal en sitios mineros, camiones que transportan materiales necesarios para los procesos mineros y los materiales procesados. Si bien el grado en que las emisiones de contaminantes de estas fuentes dependen del combustible y las condiciones del equipo, y aun cuando las emisiones de fuentes individuales pueden ser relativamente pequeñas, la cantidad de emisiones en conjunto constituyen materia de preocupación. Las fuentes móviles generan grandes cantidades de material particulado, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles que contribuyen significativamente a la formación de ozono a nivel del suelo.

### **1.2.2.2 Fuentes Estacionarias**

Las principales emisiones gaseosas provienen de la quema de combustibles en las instalaciones generadoras de energía, las operaciones de secado, tostado y fundición. Muchos productores de metales preciosos realizan procesos de fundición antes de transportar el material a refineras. Por lo general, el oro y plata producidos en los hornos de fundición/flujo pueden producir elevados niveles de mercurio, arsénico, dióxido de azufre y otros metales.

### **1.2.2.3 Emisiones Fugitivas**

La Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA), define 'emisiones fugitivas' como 'aquellas emisiones que razonablemente no se pueden conducir a través de una chimenea, conducto de ventilación y otras aperturas funcionalmente equivalente'.<sup>6</sup> Para los proyectos mineros, las fuentes más frecuentes de emisiones fugitivas son: almacenamiento y manipulación de materiales, procesos mineros, fugas de

polvo, voladuras, actividades de construcción, caminos asociados con el proyecto minero, pilas y lagunas de lixiviación; depósitos de material estéril y escombros. Por lo tanto, los impactos de las emisiones fugitivas pueden variar significativamente en cada caso. Los impactos son difíciles de predecir o calcular y deben considerarse por cuanto puede ser una fuente importante de contaminantes peligrosa.

### **1.2.2.4 Liberación accidental de mercurio**

Es usual que el mercurio esté presente en la mena de oro [la mena contiene el mineral con el elemento de interés y la ganga la que no tiene interés económico]. Si bien las concentraciones pueden variar sustancialmente aun en un mismo yacimiento de mineral, se espera encontrar mercurio en los desechos de la minería de oro. Si el contenido de mercurio en un mineral de oro es de 10 mg/kg, y un millón de toneladas de mineral se procesan en una mina en particular (esta no es una concentración inusual), se pueden liberar 10 toneladas de mercurio en el ambiente, y por lo tanto puede ser una gran fuente de mercurio que puede afectar al ambiente si no es controlado.

En algunos proyectos mineros, el mineral con oro es chancado y después si es necesario, es sometido a calor y oxidado en tostadores o autoclaves para retirar el azufre y los materiales con contenido de carbono que afectan la recuperación del oro. El mercurio que está presente en el mineral se evapora, especialmente en los tostadores, los cuales han sido una de las mayores fuentes de emisión de mercurio en la atmósfera.

Después del tostado o autoclavado, el mineral se mezcla con agua y se hace reaccionar con una solución lixivante de cianuro donde el mercurio y el oro se disuelven y se filtran los sólidos. La solución purificada se envía a un proceso de electro-deposición (*electrowinning*) donde se recupera el oro. En este proceso el mercurio también puede ser recuperado y almacenado. Si no es retenido por equipos de control de emisiones atmosféricas, este mercurio puede

<sup>6</sup> Agencia para la Protección Ambiental de los EEUU (EPA), Título 40 del Código Federal de Regulaciones, Sección 70.2 <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2009-title40-vol15/xml/CFR-2009-title40-vol15-part70.xml>

liberarse a la atmósfera y afectar al ambiente y salud pública.

Se ha identificado recientemente la volatilización del mercurio de instalaciones de lixiviación y de relaves como una fuente sustancial de liberación de mercurio a la atmósfera y que debería ser considerado en la evaluación. Igualmente esta fuente debe ser controlada. En general, el mercurio presente en el mineral de oro puede ser liberado tanto en tierra (en la disposición final de los filtros para el control de contaminantes atmosféricos, o desde los relaves o pilas de lixiviación), o en el oro (como impureza).

### **1.2.2.5 Ruido y Vibración**

Las fuentes de emisiones de ruido asociadas con la minería pueden incluir motores de vehículos, carga y descarga de rocas, voladuras, generación de energía, entre otras fuentes relacionadas con la construcción y actividades de la mina. Los impactos acumulativos de la excavación, perforación, voladuras, transporte, molienda y almacenamiento pueden afectar mucho a la vida silvestre y a las poblaciones aledañas.

Las vibraciones pueden estar asociadas con muchos tipos de equipos usados en las operaciones mineras pero las voladuras son consideradas como la fuente principal. La vibración ha afectado la estabilidad de infraestructuras, edificios y casas de la gente que vive cerca de un tajo abierto. De acuerdo a un estudio realizado por la Unión Europea en el año 2000:

*“Las sacudidas y vibraciones como resultado de las voladuras asociadas a la minería pueden producir ruido, polvo y el colapso de estructuras en las zonas habitadas de los alrededores. La vida animal, de la cual depende la población local, también puede ser perturbada.”<sup>7</sup>*

<sup>7</sup> MINEO Consortium (2000) “Review of potential environmental and social impact of mining” <http://www2.brgm.fr/mineo/UserNeed/IMPACTS.pdf>

## **1.2.3 Impactos de la minería en la vida silvestre**

Vida silvestre es un término amplio que se refiere a todos los seres vivos especialmente todos los vegetales, animales y otros organismos no han sido domesticados. La minería afecta al ambiente y a la biota asociada mediante la remoción de vegetación y capa superficial del suelo, desplazamiento de la fauna, la liberación de contaminantes y la generación de ruido.

### **1.2.3.1 Impactos por la pérdida del hábitat**

Las especies silvestres viven en comunidades interdependientes. La supervivencia de estas comunidades de especies depende de diversos factores tales como las condiciones de suelos, clima local, altitud, y otros que definen un hábitat. La minería causa daños directos e indirectos en la vida silvestre. Los impactos en la vida silvestre parten principalmente de la perturbación, remoción y redistribución de superficie de terreno. Algunos impactos son a corto plazo y están confinados al lugar donde está la mina. Otros pueden ser de mayor alcance y a largo plazo.

Los efectos más directos en la vida silvestre son la destrucción o desplazamiento de especies en áreas excavadas y en los depósitos de desechos mineros. Las especies silvestres terrestres móviles tales como los animales de caza, aves y predadores deben dejar estas áreas. Muchos animales con menor capacidad de moverse tales como invertebrados, reptiles y vertebrados pequeños son los más severamente afectados.

Si se rellenan los riachuelos, lagos, lagunas o marismas, los peces, invertebrados acuáticos y anfibios son impactados gravemente. El abastecimiento de alimentos para los predadores se reduce por la desaparición de estas especies terrestres y acuáticas.

Mucha vida silvestre es altamente dependiente de la vegetación que crece en los drenajes naturales. Esta vegetación ofrece alimento esencial, lugares

para anidar y una cubierta para escapar de los depredadores. Cualquier actividad que destruye la vegetación cercana a los estanques, reservorios, pantanos y humedales reduce la calidad y cantidad de hábitat esencial para las aves acuáticas, aves costeras y muchas especies terrestres.

Las necesidades de hábitat que exigen muchas especies animales, no les permiten acondicionarse a los cambios como resultado de las perturbaciones en el ambiente. Estos cambios reducen su espacio vital. El grado en que las especies o animales en particular pueden tolerar el competir con humanos por el espacio varía. Algunas especies toleran muy poco la perturbación. A veces, cuando se restringen hábitats de vital importancia, tales como lagos, lagunas o principalmente áreas usadas por especies silvestres para su reproducción, estas especies pueden desaparecer.

La degradación de los hábitats acuáticos con frecuencia ha sido uno de los mayores impactos de la minería superficial, y puede percibirse a grandes distancias del lugar de la mina. Por ejemplo, la contaminación de las aguas superficiales por sedimentos es muy frecuente en la minería superficial.

### **1.2.3.2 Impactos por la fragmentación del hábitat**

La fragmentación ocurre cuando grandes áreas se dividen en trozos más pequeños. Esto resulta en grandes impedimentos o hasta en la imposibilidad de que las especies nativas se trasladen naturalmente debido al corte de sus rutas migratorias. El aislamiento causar una reducción en el número de especies, o efectos genéticos tales como la endogamia. Las especies que necesitan mayores extensiones de bosque pueden desaparecer.

## **1.2.4 Impactos de los proyectos mineros en la calidad del suelo**

Las zonas intervenidas por proyectos mineros pueden contaminar grandes extensiones de suelos. Las actividades agrícolas cercanas a los proyectos mineros pueden ser afectadas especialmente. Según un estudio encargado por la Unión Europea:

*“Las operaciones mineras diariamente modifican el paisaje circundante mediante la remoción de materiales previamente no perturbados. La erosión causada por la exposición de suelos, extracción de minerales, relaves y materiales finos que se encuentran en las pilas de desechos puede resultar en el aumento de la carga de sedimentos en las aguas superficiales y drenajes. Además, los derrames y vertidos de materiales tóxicos y la sedimentación de polvo contaminado pueden causar la contaminación de suelos.*

*“CONTAMINACION DE SUELOS: Los riesgos al ambiente y a la salud humana relacionados con los suelos pueden ordenarse en dos categorías: (1) Suelos contaminados por partículas contaminantes arrastradas por el viento; y (2) Suelos contaminados por derrames de compuestos químicos y residuos. Las partículas de polvo fugitivas causan graves problemas ambientales en algunas minas. La toxicidad inherente del polvo depende de la proximidad a receptores en el ambiente y del tipo de mineral extraído. Las partículas de polvo arrastradas por el viento que generan más riesgos son aquellas con contenido de arsénico, plomo y radionucleidos. Los suelos contaminados por derrames de compuestos químicos y residuos en las minas son riesgosos cuando estos materiales son mal utilizados como materiales de relleno, en jardines ornamentales en las instalaciones de la mina o como suplementos de suelos.”<sup>8</sup>*

---

8 Idem.

## 1.2.5 Impactos sociales de los proyectos mineros

Los impactos sociales de los proyectos de la minería a gran escala son controversiales y complejos. El desarrollo minero puede crear riqueza pero también grandes perturbaciones. Los proyectos mineros proponen la creación de empleos, caminos, escuelas y aumentar las demandas de bienes y servicios en zonas empobrecidas y remotas, pero los costos y beneficios pueden ser distribuidos sin equidad. Si las comunidades sienten que son tratadas injustamente o que no son compensadas adecuadamente, los proyectos mineros pueden resultar en tensión social y conflictos violentos.

Los EIAs pueden subestimar o hasta ignorar el impacto de los proyectos mineros en la población local. Las comunidades se sienten particularmente vulnerables cuando los vínculos con las autoridades y otros sectores de la economía son débiles o cuando los impactos ambientales causados por la minería (en contaminación de suelos, aire y agua) afectan la subsistencia y el sostenimiento de la gente local.

Las diferencias de poder pueden causar una percepción de desamparo cuando las comunidades se enfrentan a la posibilidad de cambio inducido por empresas foráneas, grandes y poderosas. El proceso de Evaluación de Impacto Ambiental debe cumplir mecanismos que permitan a las poblaciones locales ejercer un rol efectivo en la toma de decisiones. Las actividades mineras deben asegurar que los derechos fundamentales individuales y colectivos afectados sean respetados. Estos deben incluir el derecho al control y uso de la tierra, al agua limpia, a un ambiente y modo de vida seguros. También al derecho contra intimidaciones y violencia, así como a compensaciones justas en caso de pérdidas.

### 1.2.5.1 Desplazamiento humano y reubicación

Como señala el Instituto Internacional para el Ambiente y el Desarrollo (IIED):

*“El desplazamiento de comunidades asentadas puede ser la causa de conflictos y resentimientos relacionados con proyectos mineros a gran escala. Las comunidades pierden sus tierras y en consecuencia sus medios de subsistencia, perturbando las instituciones comunitarias y las relaciones de poder. Es posible que comunidades enteras se vean forzadas a mudarse a asentamientos contruidos para ese propósito, en áreas sin adecuado acceso a recursos. Pueden también permitírseles permanecer cerca de la mina donde pueden estar sujetos a la contaminación. El reasentamiento involuntario es particularmente devastador para las comunidades indígenas con fuerte arraigo cultural y espiritual a sus tierras.”<sup>9</sup>*

### 1.2.5.2 Impactos de la migración de personas

De acuerdo al Instituto Internacional para el Ambiente y el Desarrollo (IIED):

*“Uno de los impactos más significativos de las actividades mineras es la migración de las personas hacia los asentamientos mineros, particularmente donde la mina constituye la actividad económica más importante de la zona. Por ejemplo, en la mina Grasberg en Irian Jaya, Indonesia, la población local aumentó de 1000 personas en 1970 a 100,000 y a 110,000 en 1999. De manera similar, la población de asentamientos compuesta por colonos alrededor de Porgera en Papua Nueva Guinea (PNG) creados en 1990, creció de 4,000 a más de 18,000. Este flujo de personas elevó las presiones sobre las tierras y la distribución de los beneficios.*

<sup>9</sup> Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo (2002) “Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development: Chapter 9: Local Communities and Mines. Breaking New Grounds.” <http://www.iied.org/pubs/pdfs/G00901.pdf>

*“Los aumentos súbitos de población resultan en presiones sobre las tierras, aguas y otros recursos, así como más problemas de saneamiento y disposición de desechos.*

*“Los efectos de la migración pueden extenderse más allá de los alrededores de una mina. La mejora de infraestructura también atrae colonos. Por ejemplo, se estima que el corredor de 890 km de largo y 80 m de ancho construido desde la costa Atlántica del Brasil hasta la mina Carajas creó un área de influencia de 300,000 kilómetros cuadrados.”<sup>10</sup>*

### **1.2.5.3 Pérdida de acceso al agua limpia**

De acuerdo a científicos de la Universidad de Manchester en el Reino Unido y la Universidad de Colorado, EEUU:

*“Entre los aspectos más contenciosos de los proyectos mineros se encuentran los impactos en la calidad y cantidad de agua. Las empresas insisten en que el uso de tecnologías modernas asegura el cumplimiento de prácticas amigables con el ambiente. Sin embargo, la abrumadora evidencia que existe sobre los impactos negativos de actividades mineras anteriores y la falta de cumplimiento de las leyes ambientales contribuyen a crear desconfianza entre las poblaciones locales y las que se encuentran aguas abajo de los centros mineros. Las poblaciones locales se preocupan de que nuevas actividades mineras puedan afectar negativamente sus fuentes de abastecimiento de agua...*

*“Hay grandes temas en juego en estos conflictos, lo afectan todo desde la sostenibilidad de las fuentes de sustento de las familias locales hasta la solvencia de los gobiernos nacionales. Estos temores acerca de la calidad y cantidad de agua disponible han desencadenado numerosos y a veces violentos*

*conflictos entre mineros y comunidades.”<sup>11</sup>*

### **1.2.5.4 Impactos en los medios de subsistencia**

Las actividades mineras que no son adecuadamente manejadas y controladas resultan en la degradación de suelos, agua y biodiversidad, los recursos forestales y otros necesarios para las actividades productivas locales y la subsistencia de la población local. Cuando la contaminación no es controlada, estos costos se transfieren a otras actividades económicas tales como la agricultura y pesca. Esta situación empeora por el hecho que con frecuencia las actividades mineras tienen lugar en zonas habitadas por poblaciones históricamente marginadas, discriminadas y excluidas.

Quienes proponen los proyectos mineros deben asegurar que los derechos fundamentales de los individuos y de las comunidades afectadas sean respetados y no infringidos. Esos comprenden el derecho al control y uso de la tierra, a agua limpia y al sustento. Tales derechos deben estar consagrados en la legislación nacional, y sustentados en los principios expresados en instrumentos y acuerdos internacionales de derechos humanos. Todos los grupos tienen el derecho al desarrollo y los intereses de los grupos más vulnerables (población con bajos ingresos y marginada) necesita ser identificada y protegida.

### **1.2.5.5 Impactos sobre la Salud Pública**

Los EIAs de proyectos mineros con frecuencia subestiman los riesgos potenciales a la salud. Las sustancias peligrosas y desechos en el agua, el aire, y la tierra pueden tener graves impactos negativos en la salud pública. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la salud como “el estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente como la

10 Idem.

11 Bebbington, A., & Williams, M. (2008) “Water and Mining Conflicts in Peru.” Mountain Research and Development.28(3/4):190-195 [http://snobear.colorado.edu/Markw/Research/08\\_peru.pdf](http://snobear.colorado.edu/Markw/Research/08_peru.pdf)

ausencia de enfermedad".<sup>12</sup>

El término 'sustancias peligrosas' es amplio y comprende toda sustancia que pueda ser perjudicial para la salud y/o el ambiente. Debido a la cantidad, concentración, características físicas, químicas o infecciosas, las sustancias peligrosas pueden: (1) causar o contribuir al aumento de mortalidad o al aumento de enfermedades severas o discapacitantes; (2) representar un riesgo presente o potencial para la salud humana o al ambiente si no son tratados, almacenados, transportados, dispuestos o manejados adecuadamente.

Con frecuencia los problemas de salud pública relacionados con las actividades mineras incluyen:

- Agua: Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas con metales, elementos, microorganismos provenientes de desagües y desechos en los campamentos y residencias de los trabajadores.
- Aire: Exposición a altas concentraciones de dióxido de azufre, material particulado, metales pesados, incluyendo plomo, mercurio y cadmio; y
- Suelos: Precipitación de elementos tóxicos suspendidos en las emisiones atmosféricas.

Los impactos de las actividades mineras pueden afectar súbitamente la calidad de vida y el bienestar físico, mental y social mencionados en la definición de salud de por la OMS. Los campamentos mineros improvisados con frecuencia pueden afectar la disponibilidad de alimentos y seguridad (calidad y cantidad) aumentando el riesgo de desnutrición. no solamente por la exposición a sustancias tóxicas sino también por deficiencias nutricionales. No es extraño ver efectos indirectos de la minería en la salud pública tales como un aumento de la incidencia de tuberculosis, asma, bronquitis crónica y enfermedades gastrointestinales.

---

<sup>12</sup> Organización Mundial de la Salud (1946) Preámbulo de la Constitución de la OMS. Registros Oficiales de la OMS. No. 2, p. 100.

### **1.2.5.6 Impactos sobre los recursos culturales y estéticos**

Las actividades mineras pueden causar impactos directos en los recursos culturales. Impactos directos pueden ocurrir como resultado de las actividades de construcción y otras actividades mineras. Los impactos indirectos pueden ser causados por la erosión de suelos y mayor accesibilidad. Los proyectos mineros pueden afectar lugares sagrados, bienes históricos y sitios de interés cultural. Entre los potenciales impactos se encuentran:

- Completa destrucción de un recurso si este se encuentra en áreas sujetas a excavaciones o perturbaciones en la superficie de terrenos;
- Degradación o destrucción de lugares de valor cultural dentro o fuera del sitio de operaciones como resultado de cambios en los patrones hidrológicos o de la topografía, por el movimiento de tierras (remoción, erosión, sedimentación);
- Remoción sin autorización de artefactos de interés cultural o histórico. Vandalismo como resultados del aumento de personas en lugares previamente inaccesibles; e
- Impactos visuales causados por el desbroce de vegetación, grandes excavaciones, polvo, y la presencia de maquinaria pesada y vehículos.

### **1.2.6 Consideraciones sobre Cambio Climático**

Debido a la gravedad del cambio climático global, todo estudio de EIA de un proyecto que tiene el potencial de cambiar el presupuesto de carbono debe incluir una evaluación de los impactos del proyecto sobre este aspecto en particular. Los proyectos mineros a gran escala tienen el potencial de alterar el carbono global en, al menos, las siguientes maneras:

**La pérdida del secuestro de CO<sub>2</sub>** de bosques y vegetación que es desbrozada. Muchos proyectos mineros a gran escala han sido propuestos en áreas de bosque de zonas tropicales que son importantes para la captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y para mantener un equilibrio entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y la absorción de CO<sub>2</sub>. Algunos proyectos proponen la destrucción permanente o a largo plazo de bosques tropicales. Los EIA de proyectos mineros deben por lo tanto incluir un cálculo cuidadoso de cómo cualquier perturbación propuesta de los bosques tropicales pueda alterar el presupuesto de carbono. El EIA debe también incluir un análisis del potencial de pérdida de financiamiento de consorcios internacionales que hayan establecido o vayan a establecerse para conservar los bosques tropicales de ser el caso.

**El CO<sub>2</sub> emitido por la maquinaria** (por ejemplo los vehículos pesados diesel) que se empleen en la extracción y transporte de mineral que consumen combustibles a base de petróleo. El EIA debe incluir un cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> por las máquinas y vehículos que se necesiten durante el ciclo de vida de un proyecto minero. Estos estimados se basan en los niveles de consumo de combustibles (por lo general diesel) multiplicado por un factor de conversión que relaciona las unidades (por lo general litros o

galones) de combustible que se consume por las unidades (típicamente toneladas métricas) de CO<sub>2</sub> que se emiten.

**El CO<sub>2</sub> que se emite durante el procesamiento del mineral** (por ejemplo, las técnicas pirometalúrgicas versus las hidrometalúrgicas). Por ejemplo, una evaluación a cargo de CSIRO Minerales de Australia utilizó el método de Evaluación de Ciclo de Vida para estimar las emisiones del ciclo de vida de los gases de invernadero en la producción de cobre y níquel, incluyendo la extracción del mineral. La evaluación encontró que el Ciclo de Vida de emisiones de gases de invernadero de la producción de níquel y cobre fluctuaba entre 3.3 kilogramos de CO<sub>2</sub> por kilogramo de metal de cobre producido al fundir 16.1 kilogramos de CO<sub>2</sub> por kilogramo de metal de níquel producido por lixiviado ácido a presión seguido de una extracción por solvente y electro-deposición.<sup>13</sup> En resumen, lo que esto quiere decir es que la minería metálica genera *más de 1 kg de gases de invernadero por cada 1 kg de metal que se produce* – y esto sin tomar en cuenta la pérdida de secuestro de carbono de los bosques talados al inicio de las operaciones de la mina.

13 T.E. Norgate and W.J. Rankin (2000) "Life Cycle Assessment of Copper and Nickel Production, Published in Proceedings, Minprex 2000, International Conference on Minerals Processing and Extractive Metallurgy, pp 113-138. [http://www.minerals.csiro.au/sd/CSIRO\\_Paper\\_LCR\\_CuNi.htm](http://www.minerals.csiro.au/sd/CSIRO_Paper_LCR_CuNi.htm)



# 2. Vista General del Proceso de EIA



## 2.1 ¿CUÁL ES EL PROPÓSITO DEL PROCESO DE EIA?

El proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento interdisciplinario de múltiples pasos para asegurar que las consideraciones ambientales han sido tomadas en cuenta en las decisiones relativas a los proyectos que pueden tener un impacto en el ambiente. El proceso de EIA en términos sencillos sirve para identificar los posibles efectos ambientales de una actividad propuesta, y cómo estos impactos pueden mitigarse.

El propósito del proceso es informar al tomador de decisiones así como al público respecto de las consecuencias ambientales de la implementación de un proyecto propuesto. El documento de evaluación del impacto en sí mismo es una herramienta técnica que identifica, predice y analiza los efectos sobre el ambiente físico, social,

cultural y los efectos en la salud. El proceso de EIA también juega un rol importante en el procedimiento general de toma de decisiones al promover la transparencia y participación del público.

Es importante señalar que el proceso de EIA no garantiza que un proyecto no será modificado o rechazado si el proceso revela que habrá impactos ambientales serios. En algunos países, un tomador de decisiones puede, de hecho, elegir la alternativa ambientalmente más dañina siempre y cuando las consecuencias sean presentadas en la EIA. En otras palabras, el proceso de la EIA asegura una decisión informada, no necesariamente una decisión ambientalmente beneficiosa.

### BENEFICIOS DEL PROCESO DE EIA

- Potencialmente filtra proyectos ambientalmente inapropiados
- Propone diseños modificados a fin de reducir impactos ambientales
- Identifica las alternativas ambientalmente más factibles
- Predice los efectos significativos adversos de proyectos potenciales
- Identifica las medidas de mitigación para evitar, reducir o contrarrestar impactos mayores
- Compromete e informa a las comunidades e individuos potencialmente afectados
- Influye la toma de decisiones y el desarrollo de los términos y condiciones

---

## 2.2 ¿QUIÉN PREPARA UN EIA?

Dependiendo del sistema de EIA, la responsabilidad de elaborar un estudio de EIA puede ser asignada a una de dos partes: la agencia gubernamental o ministerio responsable de la autorización de un proyecto minero o quien propone el proyecto. Si la ley de EIA lo permite, cualquiera de las partes puede optar por contratar un consultor para preparar el informe de evaluación del impacto o manejar porciones específicas del proceso de EIA, tales como la participación pública o los estudios técnicos.

Algunas leyes de EIA reconocen el conflicto de intereses inherente que se produce cuando una compañía minera u otro proponente de proyecto contratan a un consultor para preparar un EIA. Usar un consultor conlleva el riesgo de que el documento este parcializado a favor de llevar adelante el proyecto. Si una empresa contrata una consultora, los conflictos pueden surgir si

el consultor cree que recibirá más trabajo en el futuro en caso de que el proyecto sea aprobado o si los beneficios de las actividades relacionadas al proyecto (por ejemplo, trabajo de consultoría para un puerto donde el mineral será exportado). Algunas leyes requieren que el consultor este registrado con el gobierno y/o que este acreditado profesionalmente en la preparación de EIA. En algunos casos, se le pedirá al consultor que prepare una declaración que muestre cualquier interés financiero o de otro tipo en el resultado del proyecto.<sup>14\*</sup>

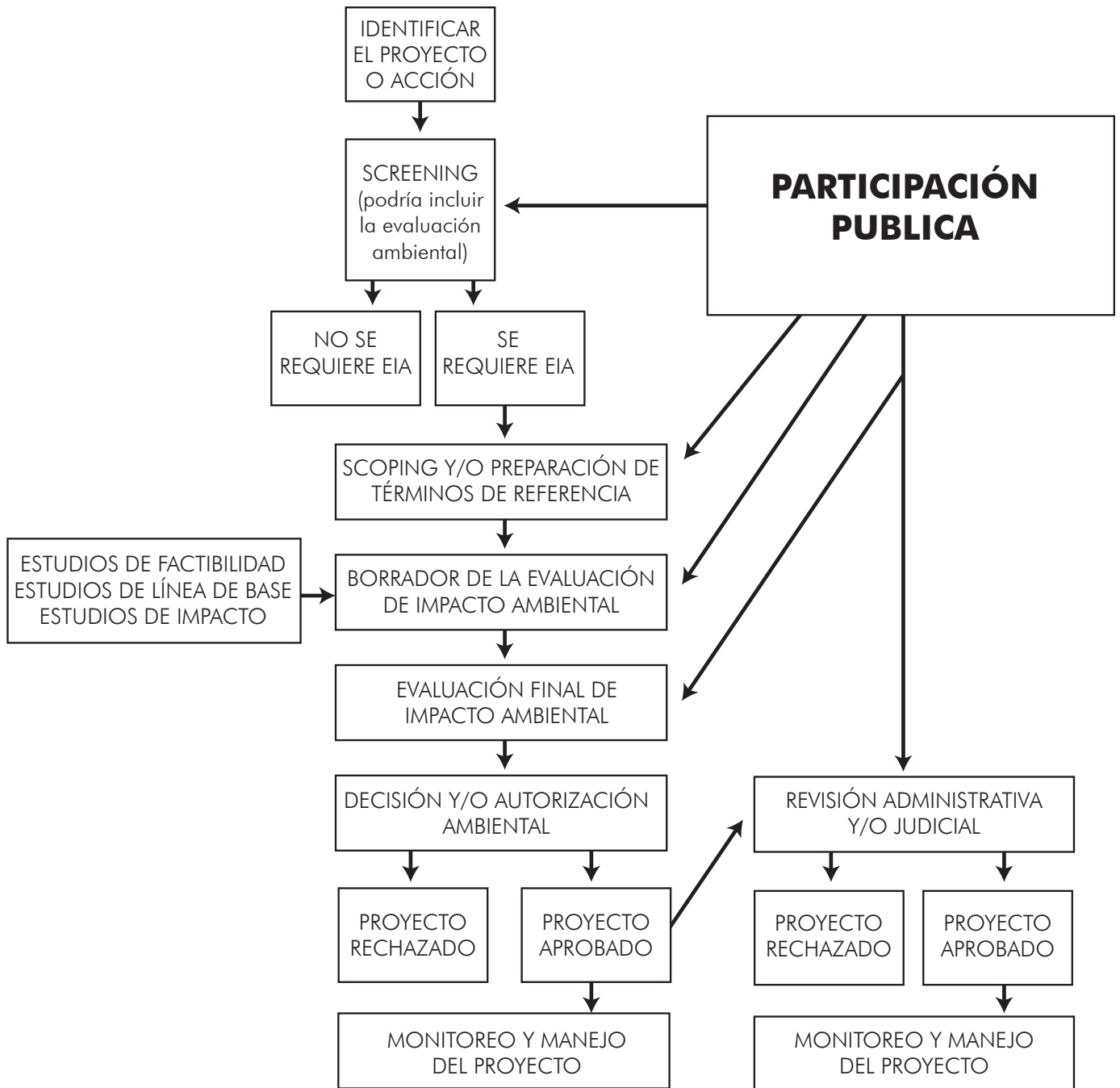
---

14 \* En el caso del Proyecto Copper Rosemont en el Bosque Nacional Coronado en los EEUU, el Servicio Forestal de los EEUU preparó una declaración describiendo las razones que tuvo para seleccionar un consultor para preparar la Declaración de Impacto Ambiental (EIS) de un proyecto. La agencia y la empresa minera también prepararon un memorando de entendimiento que definió el rol de cada parte en la preparación del EIS. Esta documentos está disponible en [www.fs.fed.us/r3/coronado/rosemont/documents/swca-seleccition-reply-061308.pdf](http://www.fs.fed.us/r3/coronado/rosemont/documents/swca-seleccition-reply-061308.pdf)

## 2.3 ETAPAS DEL PROCESO DE EIA

Aunque el proceso de EIA no es uniforme en todos los países, generalmente el procedimiento consiste en un conjunto de pasos que culminan en un informe escrito de la evaluación de impacto que informará al tomador de decisiones si aprueba o rechaza el proyecto propuesto.

EL FLUJOGRAMA QUE SE MUESTRA A CONTINUACIÓN, REPRESENTA LOS ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA BUENA PRÁCTICA DE EIA:



## Identificar y Definir el Proyecto o

**Actividad:** A pesar de que este paso pueda parecer relativamente simple, definir un “proyecto” para los propósitos de una EIA puede llegar a ser complejo y hasta controversial si un proyecto minero es grande, tiene varias fases o, involucra varios sitios. El objetivo de este paso es definir el proyecto con la especificidad suficiente para determinar con precisión la zona de los posibles impactos e incluir actividades que estén cercanamente conectadas con la propuesta de forma que se evalúe todo el espectro de los efectos ambientales.

“*Screening*”: El proceso de *screening* o *prevaloración* determina si un proyecto en particular justifica la preparación de un estudio de EIA. El umbral de exigencia de un EIA varía de país a país – algunas leyes proveen de una lista de tipos de actividades o proyectos que requerirán de un EIA, otras requieren una EIA para cualquier proyecto que pueda tener un efecto significativo sobre el ambiente o para proyectos que excedan un cierto valor monetario. En algunos casos, particularmente si no se conocen los posibles impactos del proyecto, se preparará una evaluación ambiental preliminar a fin de determinar si el proyecto garantiza una EIA.

“*Scoping*”: El *scoping* o *fase de consultas* es una etapa en la que usualmente se involucra al público y otras partes interesadas y que identifica los problemas ambientales clave que deberían ser abordados en una EIA. Este paso constituye una de las primeras oportunidades para los miembros del público o de las Organizaciones No-Gubernamentales (ONG) para conocer los proyectos propuestos y emitir sus opiniones. El *scoping* puede también revelar actividades conexas o similares que pueden estar ocurriendo en las proximidades del proyecto o identificar problemas que necesitan ser mitigados o pueden causar que el proyecto sea cancelado.

## Preparación de los Términos de

**Referencia:** Los términos de referencia sirven como una hoja de ruta para la preparación de una EIA e idealmente debería abarcar los problemas y los impactos que han sido

### EN GENERAL LOS TERMINOS DE REFERENCIA INCLUIRÁN LO SIGUIENTE:

- Una descripción del proyecto
- Una lista de las agencias o ministerios responsables de la supervisión del proceso de EIA y la toma de decisiones
- El área geográfica a ser estudiada (también denominada ‘zona de impacto’)
- Requisitos de la EIA en las leyes o regulaciones pertinentes
- Impactos y problemas a ser estudiados
- Sistemas de mitigación y/o monitoreo a ser diseñados
- Medidas a adoptar para el involucramiento público
- Actores clave o grupos de interés
- El calendario para culminar el proceso de EIA
- Productos esperados y entregables
- Presupuesto del EIA

identificados durante el proceso de *scoping*. Se puede poner a disposición un borrador de los términos de referencia para la revisión pública y los comentarios. La revisión pública en una etapa temprana del proceso ofrece una oportunidad clave para asegurar que el EIA sea contextualizado apropiadamente y aborde los problemas de preocupación de la comunidad.

**Preparación de un Borrador de EIA:** Se puede preparar un borrador de la EIA de acuerdo a los Términos de Referencia y/o al conjunto de problemas identificados durante el proceso de *scoping*. El borrador de la EIA también debe cumplir los requisitos de contenido del conjunto de una ley o normatividad. Este paso, idealmente, involucrara a un amplio rango de técnicos especialistas para evaluar las condiciones de la línea de base, predecir los probables impactos del proyecto y diseñar medidas de mitigación.

**Participación Pública:** Las mejores prácticas de EIA involucran y comprometen al público en muchos momentos del proceso con un intercambio de información y visiones de ida y vuelta. La participación pública puede consistir en reuniones informativas, audiencias públicas, y oportunidades para ofrecer comentarios escritos acerca del proyecto propuesto. Sin embargo, no

existen reglas consistentes para la participación pública entre los sistemas de las actuales EIA. Aun en un mismo país, puede haber variaciones en la calidad y cobertura del involucramiento público dependiendo del tipo de proyecto en consideración, las comunidades que pueden ser afectadas o las agencias gubernamentales que supervisan el proyecto.

**Preparación del EIA Final:** Este paso produce un informe final de impacto que aborda los puntos de vista y comentarios de las partes que han revisado el borrador de la EIA. Estos comentarios pueden señalar revisiones o agregados al texto borrador de la EIA. En algunos casos, la EIA final contendrá un apéndice final resumiendo todos los comentarios recibidos del público y otras partes interesadas y proveerá respuestas a dichos comentarios.

**Decisión:** La decisión de aprobar o rechazar un proyecto minero se basa por lo general en un EIA final pero, en algunos casos, una autorización ambiental puede ser solo un paso en el proceso de aprobación de la mina. La decisión puede estar acompañada de ciertas condiciones que deben cumplirse tales como la colocación de una garantía para la rehabilitación o preparando un plan de manejo ambiental.

#### **Revisión Administrativa o Judicial:**

Dependiendo de la jurisdicción, pueden presentarse oportunidades para que una parte solicite una revisión administrativa y/o judicial de la decisión final y del proceso de la EIA. Una apelación puede referirse a fallas en el procedimiento del proceso de EIA, tales como el que no se hayan llevado a cabo audiencias públicas, o puede señalar problemas de fondo que el tomador de decisiones no llegó a considerar. La revisión judicial de un país o el acto de procedimiento administrativo o a veces la propia ley de EIA, usualmente identificarán los tipos de problemas que pueden ser utilizados en una apelación y el tipo de ayuda que puede ser otorgada.

**Implementación del Proyecto:** Asumiendo que todos los requisitos normativos se han cumplido y que se han obtenido los permisos, se procederá al desarrollo de la mina seguido de la decisión del proyecto y una vez que se han agotado las oportunidades para la revisión judicial y/o administrativa.

**Monitoreo:** El monitoreo es una parte importante de la implementación del proyecto. El monitoreo sirve a tres propósitos: 1) asegura que las medidas de mitigación requeridas sean implementadas; 2) evaluar si las medidas de mitigación están efectivamente funcionando; y 3) validar la exactitud de los modelos o proyecciones que fueron usados durante el proceso de evaluación de impacto.



# 3. Evaluación de un EIA Típico de un Proyecto Minero

Revisar un EIA puede ser una tarea abrumadora e intimidante. Los proponentes de proyectos presentan EIAs llenos de términos técnicos oscuros y complejos. En ocasiones únicamente el Resumen Ejecutivo está disponible para el público. El propósito de un EIA es proveer de información clara e imparcial sobre los potenciales impactos ambientales y sociales de un proyecto. Los temas generales a considerar cuando se revisa un EIA incluyen:

- ¿El contenido del EIA cumple los requerimientos de una actividad propuesta tal y como se ha establecido en una guía aplicable de EIA o los Términos de Referencia?
- Priorizar. Haga una lista de los temas importantes de preocupación para la comunidad afectada! ¿El EIA se centra en estos temas que son importantes para la comunidad?
- ¿La descripción del entorno existente refleja las condiciones reales? ¿La información es representativa del área? ¿Es suficiente y confiable?
- ¿El estudio ha definido el área directa e indirecta de influencia del proyecto?
- ¿La sección de análisis de impacto es clara respecto al valor y significado de los impactos? ¿Es este análisis lo suficientemente riguroso?
- ¿Qué fuentes respaldan las conclusiones y las afirmaciones del estudio? ¿Es posible verificarlas?
- ¿Hay suficiente información sobre las alternativas al proyecto?
- ¿Es el EIA claro y fácil de entender? ¿Reconoce limitaciones y dificultades?
- ¿El estudio describe cómo cumplirá con las medidas de manejo de mitigación e impacto? (incluye medidas de control de la contaminación y plan de cierre)?

---

## 3.1 EVALUANDO EL RESUMEN EJECUTIVO

El Resumen Ejecutivo de un EIA debería dar a los tomadores de decisiones y al público una presentación concisa de los temas más importantes contenidos en el cuerpo del EIA. El Resumen Ejecutivo de un EIA es una sección crítica porque el cuerpo completo de un EIA puede tener varios cientos de páginas y por tanto los tomadores de decisión podrían leer únicamente el Resumen Ejecutivo.

Los proponentes de proyectos mineros entienden que los tomadores de decisión pueden

leer solo el Resumen Ejecutivo, y por ende, algunas veces, suavizan u omiten material de EIA que describe los impactos ambientales y/o sociales mas serios del proyecto propuesto. Por lo tanto, las personas que revisan el Resumen Ejecutivo para un proyecto minero deben comparar cuidadosamente las afirmaciones del Resumen Ejecutivo que son favorables al proponente del proyecto con el material incluido en las secciones correspondientes del cuerpo del EIA que pueda ser bastante menos favorable a los proponentes del proyecto.

---

## 3.2 EVALUANDO LA DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La sección de la descripción del proyecto es una de las más importantes de un EIA. El tema crucial es si esta sección del EIA describe todos y cada uno de los aspectos del proyecto minero propuesto en suficiente detalle como para permitir a los ciudadanos entender cuales podrían ser los impactos ambientales y sociales potenciales del proyecto propuesto.

Por ejemplo, la Descripción del Proyecto en un EIA deficiente puede señalar solamente que “Se construirá una presa para relaves húmedos para el proyecto minero.” Esta vaga afirmación deja fuera numerosos detalles esenciales para predecir cuales podrían ser los potenciales impactos ambientales y sociales de la presa de relaves.

En este caso, una buena Descripción del Proyecto debería responder preguntas tales como, ¿Dónde se ubicará esta presa y con qué aguas superficiales se conectará? ¿Cuáles serán sus dimensiones? ¿Qué materiales se usarían para construir esta presa? ¿La compañía minera tratará los efluentes de la presa de relaves antes de descargarla al agua superficial y si fuera así, de qué forma? ¿La presa de relaves incluirá una capa interna impermeable para proteger el agua subterránea?

Cada una de estas cuestiones debe responderse de manera detallada y deben acompañarse de mapas, diagramas a escala en la descripción del proyecto.

### 3.2.1 Alternativas al proyecto

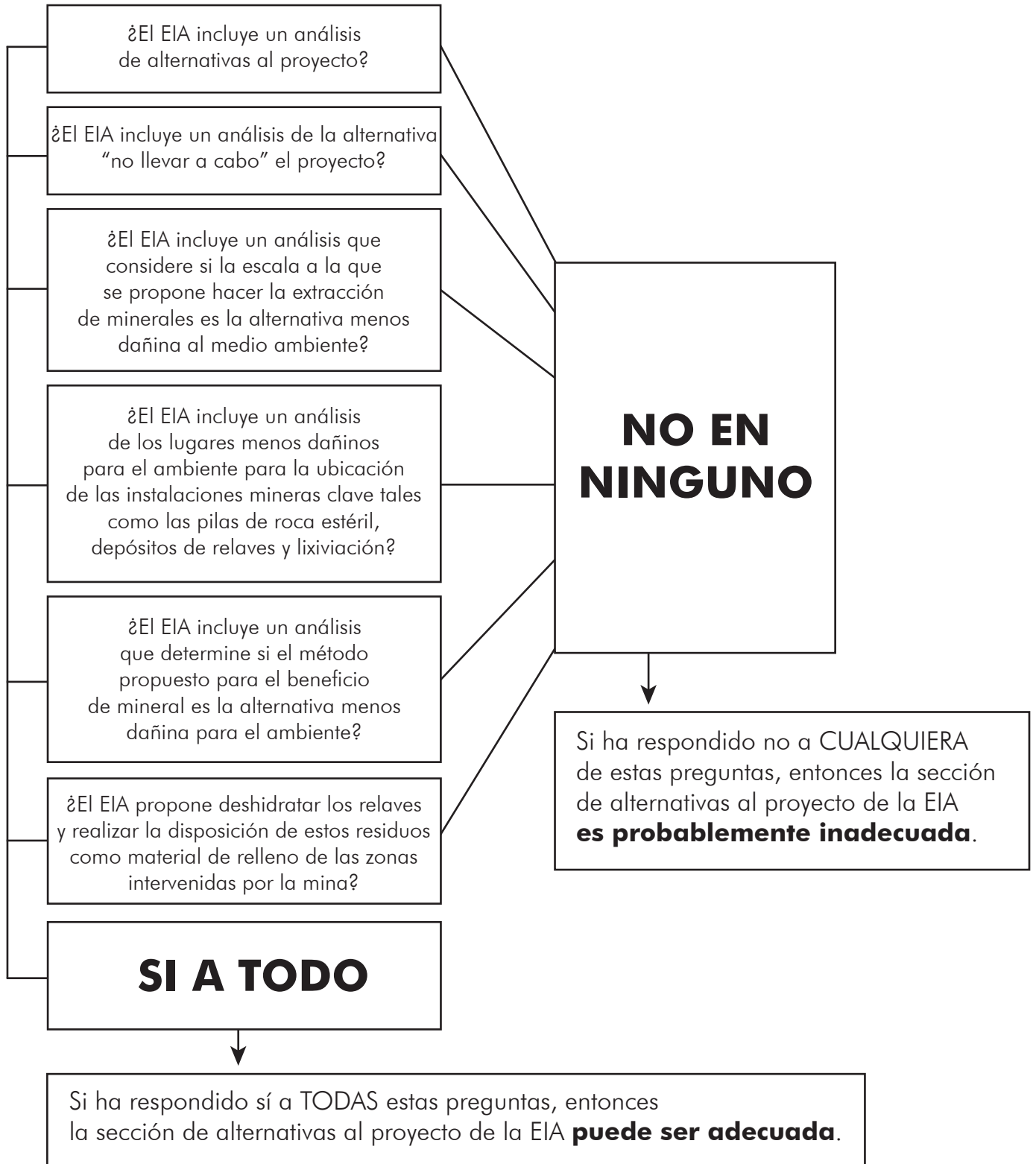
La descripción del proyecto debe analizar alternativas para llevar a cabo el proyecto e identificar alternativas menos dañinas al ambiente. Seguidamente se muestran unos ejemplos de alternativas que un buen EIA debe considerar.

#### 3.2.1.1 Ubicaciones alternativas de las instalaciones de la mina

Usualmente no es pertinente discutir ubicaciones alternativas de la mina porque los depósitos minerales están donde se propone el desarrollo de la mina. Sin embargo, una compañía minera puede cambiar de un método de extracción de mina a tajo abierto a un método de extracción subterráneo a fin de preservar los recursos de la superficie. Una mina subterránea puede desplazar menos habitantes y proteger mejor los recursos de la superficie, agua subterránea o el hábitat de vida silvestre ecológicamente importante.



### DIAGRAMA DE FLUJO 3.1 - Alternativas del proyecto



La sección de alternativas del EIA debería responder a la pregunta siguiente: ¿la alternativa que se ha elegido es la alternativa práctica menos dañina ambientalmente?

La ubicación de las instalaciones clave de una mina también deben discutirse. Estos incluyen la ubicación de las instalaciones de procesamiento, (por ejemplo plantas de beneficio) y los lugares para el depósito de desechos tales como los desmontes y relaves. La ubicación de estos servicios deberán ser elegidos de forma de minimizar su impacto sobre recursos críticos tales como aguas superficiales, agua subterránea o el hábitat de vida silvestre importante desde el punto de vista ecológico y para proteger la seguridad pública.

Por ejemplo, si una presa de relaves es la alternativa práctica menos dañina ambientalmente para la disposición de relaves, entonces es necesario ser muy cuidadosos al considerar su ubicación. Además, la presa de relaves no debería estar ubicada cerca de recursos hídricos y debería estar ubicada a una distancia segura (denominada “setback” o “zona de amortiguamiento”) de las casas y edificios públicos.

La sección de alternativas del EIA debería responder la pregunta: ¿las instalaciones de la mina estarán ubicados en los lugares menos dañinos para el ambiente?

### **3.2.1.2 Métodos para el Procesamiento de Mineral**

Las empresas mineras por lo general tienen la opción de escoger los métodos de ‘beneficio’ o procesamiento para concentrar el metal valioso del mineral extraído. Algunos métodos causan impactos menos graves en el ambiente que otros. Por ejemplo, la concentración por gravedad (concentración gravimétrica) del oro tiene menos potencial de contaminar gravemente el ambiente y de ser un riesgo a la salud pública que el método de lixiviación con cianuro. Sin embargo, no muchos tipos de metal de oro pueden ser sometidos a la concentración por gravedad.

De acuerdo a la EPA de los EEUU, los siguientes son los métodos más comunes de beneficio de mineral:

*“Los procesos más comunes incluyen la concentración por gravedad (usado solamente en los depósitos de placer); chancado, molienda y flotación (usados para el lixiviado en tanque y pila); lixiviación en botadero/ dump leaching usado en cobre de baja ley; y la separación magnética. Las etapas típicas del proceso de beneficio incluyen uno o más de los siguientes: chancado y molienda, lavado, filtración, dimensionamiento, clasificación, separación magnética, oxidación a presión, flotación, lixiviado, concentración gravimétrica, y aglomeración (en pellets, sinterizado, briquetas o nódulos).*

*“El chancado y molienda del mineral extraído produce partículas de tamaño uniforme, mediante la trituración y pulverización. Es posible que se necesiten hasta tres etapas para reducir el mineral al tamaño de partícula deseado. El mineral molido en la forma de un lodo líquido a modo de lodo o pasta (slurry) se bombea entonces para seguir el siguiente paso del proceso.*

*“La flotación utiliza reactivos químicos para lograr que uno o más grupos de minerales se adhieran a burbujas de aire para ser colectadas posteriormente. Los reactivos químicos incluyen agregantes, espumantes, anti-espumantes activadores, y reactivos que impiden que ciertos minerales considerados impurezas sean colectados en el proceso de flotación. El tipo de reactivo usado depende de las características del mineral. Estos agentes de flotación pueden contener dióxido de azufre, ácido sulfúrico, compuestos cianurados, cresoles, hidrocarburos de petróleo, ácido clorhídrico, compuestos de cobre, y gases o polvo de zinc.*

*“La concentración gravimétrica separa los minerales en base a las diferencias de peso. El tamaño de partículas que se separan es importante porque los tamaños de partícula*

se mantienen uniformes por medios de clasificación (tamices e hidrociclones).

“Espesamiento/filtrado remueve la mayor parte de líquido tanto de los concentrados en forma de lodo [slurry] y de los relaves de la molienda. Los relaves espesos se descargan a un depósito (cancha o tranque) de relaves. El líquido es generalmente reciclado hacia una laguna de almacenamiento para ser usado nuevamente en la molienda. Los floculantes químicos tales como el sulfato de aluminio, cal, hierro, sales de calcio y féculas pueden adicionarse para aumentar la eficiencia del proceso de espesamiento.

“La lixiviación es el proceso de extracción de un metal soluble del mineral mediante la formación de una solución que actúa de manera selectiva sobre el metal tales como el agua, ácido sulfúrico o clorhídrico, o mediante una solución cianurada. El metal precioso es entonces retirado de la solución de lixiviación ‘preñada’ mediante la formación de precipitados y otros procesos químicos o electroquímicos. Los métodos de lixiviación incluyen las operaciones de lixiviación en ‘estanque’, en ‘pilas’ y en ‘botaderos’. La lixiviación en pilas [heap leaching] es ampliamente usada en la industria del oro, y la lixiviación en botadero [dump leaching] en la industria del cobre.

“El procesamiento del cobre consiste en el chancado y molienda, lavado, filtración, aglomerado, concentración gravimétrica, flotación, tostado, autoclavado, cloración, lixiviación en terreno e in situ, intercambio iónico, extracción con solventes, electro-obtención y precipitación. Los métodos seleccionados varían de acuerdo con las características del mineral y factores económicos. Aproximadamente la mitad del procesamiento del cobre ocurre mediante lixiviación en terreno, mientras que una combinación de extracción con solventes/espuma flotación/electro-deposición generalmente se usa en la otra mitad. Con frecuencia mas de un metal es de interés en

las actividades de beneficio (por ejemplo, con frecuencia se recupera plata al mismo tiempo que el cobre).

“El cobre cada vez más se está recuperando por métodos de solución, incluyendo lixiviación in situ. Debido a que la mayoría de los minerales de cobre son insolubles en agua, se requieren reacciones químicas para lograr que el cobre se disuelva en el agua. El cobre se recupera de una solución lixivadora por precipitación o por extracción con solvente/ electrodeposición (SX/EW). Los métodos de beneficio mediante el uso de soluciones resultan aproximadamente en un 30 por ciento de la producción de cobre [en los EEUU]. Dos tercios del total de la producción de cobre nacional [en EEUU] utilizan algún tipo de solución en sus operaciones. Los agentes lixivantes más comúnmente usados son los ácidos clorhídrico y sulfúrico. La lixiviación microbiana (bacteriana) se usa para metales de baja ley con azufre, sin embargo este tipo de lixiviación es mucho más lento que el lixiviado con ácido estándar, y se está haciendo un seguimiento sobre su uso...

“El procesamiento de los minerales de plomo y zinc incluye el chancado y molido, filtración, aglomeración, flotación y el sinterizado de los concentrados. La flotación es el método más común para la concentración de minerales de plomo-zinc.

“Existen tres técnicas principales para el procesamiento del mineral de oro y plata: lixiviación con cianuro, flotación de minerales de metales básicos, seguidos por la fundición y concentración gravimétrica.... La concentración gravimétrica se usa principalmente en las operaciones de placer de oro y plata.

“La lixiviación con cianuro es un método relativamente barato para el tratamiento del mineral de oro y es el método clásico empleado. Esta técnica consiste en la aplicación de una solución cianurada de sodio o potasio directamente en el mineral en pilas

o montones a cielo abierto o es mezclada con un lodo fino en tanques. El lixiviado en pilas se usa generalmente para recuperar el oro de mineral de baja ley, mientras que el lixiviado en estanques se usa para mineral de mayor ley.”<sup>15</sup>

El EIA debe demostrar que el método de beneficio preferido por la empresa minera es la alternativa menos dañina para el medio ambiente.

### **3.2.1.3 Métodos Alternativos para la Disposición de Relaves**

Los relaves son un desecho de mina que se produce en grandes cantidades y que contiene frecuentemente sustancias tóxicas en altas concentraciones. Existen tres alternativas para la disposición de relaves: 1) mediante la recolección de los relaves en unas instalaciones llamadas “canchas o depósitos de relaves”. 2) extrayendo el agua y realizando la disposición de relaves secos en forma de pasta o ‘disposición de relaves secos’, y 3) la liberación de los relaves mar adentro mediante un ducto de gran longitud “disposición submarina de relaves”.

De estas alternativas, existe una clara elección para el ambiente: la disposición de relaves secos. Los representantes de la industria minera entienden las ventajas de la disposición de relaves secos. Aun los representantes de empresas mineras entienden las ventajas de la disposición de relaves secos. Puede en costar más a corto plazo, pero tiene ventajas a largo plazo.

Lo que sigue es una explicación de Rens B.M. Verburg, de una consultora minera, Golder Associates sobre los costos-beneficios en términos ambientales de la disposición de relaves secos:

*“En los últimos años el uso de los relaves en pasta ha evolucionado desde ser un método experimental sobre material de relleno con limitada aplicación a una alternativa*



Método de disposición de relaves secos. Mina La Coipa, Chile

FOTO: Tailings.info

*técnicamente viable y económicamente atractiva. Esto se debe en principio al desarrollo de sistemas de deshidratación y transporte que permiten una producción controlada y consistente, así como la producción de una pasta de manera costo-eficiente. Además, se ha reconocido que el relleno subterráneo es un medio de disposición seguro de los desechos de mina tales como los relaves. Esto resulta en ahorro y reducción inmediata de la responsabilidad ambiental a largo plazo. La minimización de esta responsabilidad a través de la reducción de la disposición en superficie ha tenido un efecto benéfico sobre factibilidad de cualquier proyecto minero.*

*“Además del uso de pasta para el relleno subterráneo, las mejoras en el retiro del agua y de la tecnología de transporte han generado interés en la industria sobre el llamado método de disposición de relaves en pasta o ‘seco’. Este interés es estimulado por una mayor presión regulatoria que exige más de las estructuras hidráulicas (presas de relaves) y otros aspectos (geomembranas) que los métodos más tradicionales de manejo de relaves. La percepción pública sobre las presas o tranques de relaves ha sido por lo general el de estructuras inseguras. Esto está llevando a repensar los conceptos y alternativas para el manejo de relaves...*

<sup>15</sup> Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1995) “Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of the Metal Mining Industry.” <http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/metmins.pdf>

*“De todas las ventajas potenciales asociadas con la disposición de relaves en pasta, los beneficios económicos son los más prometedores. En particular las demandas sociales hacia la industria minera continúan aumentando. La tecnología que propone el uso de pasta (de relaves) puede proporcionar un medio para minimizar o para aun eliminar múltiples problemas ambientales.*

*“Los beneficios ambientales que ofrece la disposición en superficie de la pasta pueden ser ordenados en dos categorías: aquellos que derivan de las características físicas y químicas de la pasta misma, y aquellos que pertenecen a la naturaleza de las operaciones...*

*“...En primer lugar, se encuentra muy poca agua libre para la formación de lixiviado, por lo tanto se reduce el potencial impacto en los cuerpos receptores de agua y en las especies biológicas. Además, la permeabilidad de una pasta pobremente clasificada, la pasta que escurre de la molienda es significativamente menor que la de los relaves clasificados, bien distribuidos. Cuando se trata de una superficie, esto limita la infiltración de la lluvia y nieve, lo cual también resulta en una reducción del volumen infiltrado. Cuando se coloca bajo tierra, la pasta puede constituir una barrera hidráulica para el flujo de aguas subterráneas, por lo tanto limita la generación de lixiviado potencialmente oneroso. Además las condiciones saturadas dentro de la pasta minimizan el ingreso de oxígeno, por lo tanto reducen el potencial de generación de drenaje ácido de roca. En segundo lugar, la tecnología de producción de pasta permite la producción de un material mediante la modificación geoquímica de la pasta de tal manera que se beneficia el ambiente. Por ejemplo, la adición de cemento Portland ha demostrado reducir la movilidad de metales. Además la generación de ácido en los relaves puede ser marcadamente evitada mediante la mezcla con materiales alcalinos. Tercero, la co-disposición de la pasta con otros materiales ha sido posible mediante la tecnología de producción de la pasta. En*

*particular, la encapsulación de desechos de roca que puedan generar ácido en forma de pasta adecuadamente manejada puede proporcionar beneficios significativos en el control del ambiente y manejo de desechos.”*

*“Existen aspectos adicionales, operativos sobre la disposición en superficie de la pasta que benefician al dueño de la mina y al ambiente. La ubicación de pasta en la superficie permite una mayor flexibilidad tanto en la ubicación de las instalaciones y en la estrategia de disposición final. La ausencia de una laguna permite el uso de estrategias de manejo menos destructivas, por lo tanto abre la posibilidad para opciones de ubicación y disposición que sean las menos perjudiciales para el ambiente. Además la huella dejada por las instalaciones de disposición de pasta puede ser mucho menor que las de su equivalente si se tratase de una presa o cancha de relaves. Un segundo beneficio operativo resulta de la mejora en la recuperación de agua. En particular en regiones áridas, la reducción en el uso del agua puede representar un incentivo económico importante. Un tercer beneficio deriva de una simultánea rehabilitación ambiental y de la creación de un verdadero ‘camino de salida’ hacia el cierre de operaciones. Las estrategias de rehabilitación pueden ser puestas en pie en las opciones de ubicación, y las perturbaciones al terreno pueden minimizarse durante la operación. Esto resulta en una reducción de los impactos visuales y riesgos operacionales (por ejemplo por la generación de polvo). Además, la pérdida innecesaria de usos de tierra antes de la mina (agricultura, forestal, hábitat silvestre) pueden prevenirse.”<sup>16</sup>*

Debido a que se trata de la alternativa ambientalmente preferida, si un EIA no propone la disposición de relaves secos, entonces el EIA debe demostrar claramente que la disposición

---

<sup>16</sup> Verburg, R.B.M. (2001) “Use of Paste Technology for Tailings Disposal: Potential Environmental Benefits and Requirements for Geochemical Characterization.” IMWA Symposium 2001. <http://www.imwa.info/docs/BeloHorizonte/UseofPaste.pdf>

de relaves secos no es factible en las condiciones específicas, y si es factible, que la ubicación específica de la cancha de relaves líquidos tenga ventajas ambientales por encima de la disposición de relaves secos.

La tercera opción es la disposición submarina de relaves. Esta es solamente posible cuando las minas se encuentran ubicadas cerca de ambientes marinos profundos. La legislación de diversas jurisdicciones prohíbe esta práctica y tiene antecedentes ambientales negativos en las oportunidades que se ha realizado. La CFI/ Grupo del Banco Mundial explica:

*“La disposición de relaves en el fondo marino [DSTP por sus siglas en inglés] se considera una alternativa solamente en la ausencia de alternativas en tierra ambiental y socialmente adecuadas, y basadas en una evaluación de impactos realizados por científicos independientes. Siempre y cuando se considere la DSTP, tales consideraciones deben basarse en evaluaciones sobre la factibilidad ambiental y social entre todas las alternativas de manejo de relaves, y solamente si la evaluación de impacto demuestra que la descarga no tiene probabilidades de tener efectos adversos significativos en los recursos marinos y costeros, o en las comunidades locales.”<sup>17</sup>*

Si un EIA para un proyecto minero en particular propone la disposición sub-marina de relaves, entonces el EIA debe explicar por qué esta alternativa debe permitirse cuando está prohibido

<sup>17</sup> CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007 “Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.” [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHSGuidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

en muchas jurisdicciones y cuando esto ha sido permitido, ha causado significativos perjuicios al ambiente.

### **3.2.1.4 La alternativa de no tomar acción**

Ningún EIA de un proyecto está completo a menos que exista un análisis comparativo de los impactos sociales y ambientales de la alternativa de “no acción” – un futuro en el cual el proyecto propuesto no se lleva a cabo. Las leyes y regulaciones de muchos países exigen explícitamente que el EIA contenga una evaluación separada de la alternativa de “no acción”.

Es importante una evaluación de los impactos sociales y ambientales de un futuro en el que el proyecto minero propuesto no se realiza, a fin de comprender los beneficios que podrían perderse si el proyecto no se lleva a cabo.

Por ejemplo, si el proyecto minero propuesto estuviese ubicado en un área de selva tropical con alta biodiversidad, y el proyecto minero no se realiza, el turismo a la zona puede aumentar en gran medida, generando empleo e ingresos a las comunidades locales. Estos beneficios sólo se ponen en evidencia si el EIA evalúa los impactos ambientales y sociales de la alternativa de “no acción”.

---

## 3.3 EVALUANDO LA LINEA DE BASE AMBIENTAL

La sección de un EIA que detalla las condiciones existentes (con frecuencia denominado "línea de base ambiental") revela si el proponente del proyecto realmente entiende las condiciones ambientales y sociales que el proyecto puede perturbar. Por ejemplo, si el EIA no demuestra un conocimiento profundo y presenta información detallada sobre la calidad del agua superficial existente, la calidad del aire y la abundancia y distribución de las especies amenazadas y en peligro, entonces simplemente no es posible que quien propone el proyecto pueda anticipar con precisión la forma en que el proyecto impactaría la calidad del agua, la calidad del aire y las especies amenazadas y en peligro.

El capítulo del EIA que describe la línea de base ambiental puede con frecuencia contener información engañosa. Por ejemplo, es de interés de los proponentes del proyecto minero describir las condiciones ambientales como ya degradadas o deterioradas, o minimizar la medida en que las comunidades locales habitan o hacen uso del área del proyecto.

Si la línea de base ambiental dice que el ambiente está degradado o deshabitado, entonces estas afirmaciones deben cuestionarse y la empresa debe mostrar evidencia de lo contrario para respaldar sus afirmaciones.

Lo que sigue es una discusión más detallada de los tipos específicos de líneas de base ambiental que un EIA para un proyecto minero necesita incluir y como evaluar si la información ofrecida caracteriza adecuadamente o no las condiciones de línea de base.

### 3.3.1 Caracterización del mineral

La sección de línea de base de un EIA de un proyecto minero debe empezar con una detallada descripción de las condiciones geológicas ambientales, incluyendo la reserva del yacimiento y los materiales que no tienen interés comercial. Estos materiales elevan el volumen de desechos

que produce la mina y que debe manejar adecuadamente. Los materiales minados deben ser identificados cuidadosamente para determinar las concentraciones de sustancias tóxicas y el potencial de su futura acidificación, (creando potencialmente drenajes ácidos de mina).

#### 3.3.1.1 Mineralogía del análisis de la roca entera

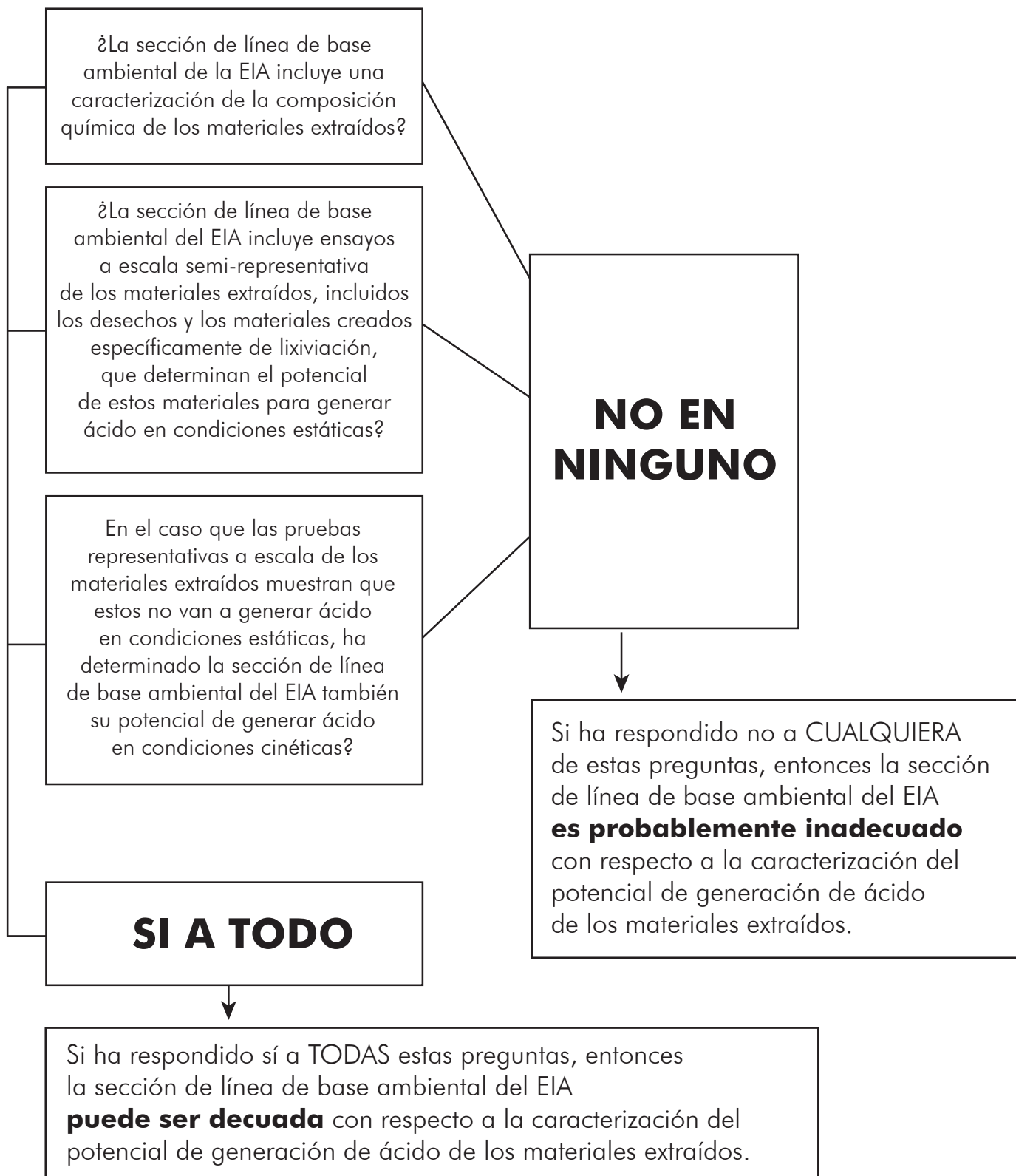
Maest y colaboradores (2005) proporcionan una guía sobre el tipo de análisis geoquímico que el proponente de un proyecto minero debe incluir para predecir los posibles impactos en la calidad del agua para el proyecto minero, incluyendo la liberación de contaminantes y drenaje ácido.

*"El primer paso para caracterizar los materiales minados es determinar la geología y mineralogía de las rocas en el lugar a ser intervenido. Tales análisis incluyen la determinación del tipo de roca, alteración, mineralogía primaria y secundaria, disponibilidad de minerales capaces de producir ácido y –neutralizar y metales que pueden lixivarse (liberación por ejemplo venas, diseminado, encapsulado, etc.). Debe igualmente caracterizarse la ubicación y dimensiones de zonas oxidadas y no oxidadas para todo tipo de desechos, paredes del tajo, y trabajos subterráneos..."*

*"El siguiente paso en la caracterización geoquímica de los materiales minados es definir las unidades geoquímicas de ensayo. Las unidades geoquímicas son tipos de roca con características físicas y químicas particulares..."*

*"Dependiendo de los resultados de la caracterización, algunas de las unidades de prueba pueden agruparse en el plan de manejo de residuos de la mina. Alternativamente, si inicialmente una unidad arroja una variedad de resultados, puede ser*

**DIAGRAMA DE FLUJO 3.2** - Análisis para determinar si una predicción del potencial de generación de ácida y lixiviación potencialmente contaminante es adecuada





subdividido inicialmente para el manejo de desechos.

“El tercer paso en la caracterización de materiales minados es calcular los volúmenes de cada tipo de material a ser generados y la distribución de los tipos de materiales en los desechos, tajo abierto y trabajos subterráneos.

“El cuarto paso en la caracterización es realizar una prueba de escala de referencia del mineral, lo cual involucra la creación de relaves y/o materiales de lixiviados en un laboratorio.”<sup>18</sup>

### **3.3.1.2 Potencial de generación de ácido – pruebas estáticas y cinéticas de los materiales minados**

Para determinar el potencial de generación de ácido de los materiales minados y de los desechos de mina, el EIA debe incluir los siguientes resultados de análisis:

#### **Pruebas estáticas**

“Se deben hacer pruebas estáticas en fuentes potenciales de drenajes ácidos, incluyendo los escombros o desechos de roca, rocas de las paredes del tajo, trabajos subterráneos, relaves, mineral, materiales de la pila de lixiviación, y materiales sólidos de desecho. El número de muestras de cada unidad debe definirse de acuerdo al volumen de material a ser generado. Para el potencial de generación de ácido (AGP), se recomienda el método de Sobek modificado con azufre total. La mineralogía y composición de sulfatos puede confirmarse mediante análisis mineralógico.”

#### **Pruebas cinéticas**

“Los objetivos de las pruebas cinéticas deben definirse claramente. Las pruebas cinéticas deben realizarse con un número representativo

de muestras de cada unidad de prueba geoquímica. Debe darse énfasis especial a las pruebas cinéticas de muestras para las cuales exista incertidumbre sobre la posibilidad de generar ácido. Las pruebas en columna se recomiendan preferentemente sobre las de celdas húmedas para todos los materiales minados expuestos al aire, incluyendo los materiales de construcción para la zona del proyecto, con excepción de los relaves. Sin embargo, cualquiera de los dos tipos de pruebas cinéticas puede usarse dependiendo de los objetivos de las pruebas y si se determina las áreas superficiales susceptibles a reaccionar antes de las pruebas.”<sup>19</sup>

### **3.3.1.3 Potencial de generación de contaminantes lixiviados – pruebas de lixiviación a corto y largo plazo**

Para determinar el potencial de que los materiales extraídos y los desechos de mina liberen sustancias tóxicas, los expertos recomiendan los siguientes análisis:

“Se pueden usar los resultados de pruebas de lixiviación a corto plazo para calcular las concentraciones de los constituyentes de interés luego de un evento breve (por ejemplo una tormenta) pero no son apropiados para estimar la lixiviación a largo plazo. Se pueden realizar pruebas de lixiviación a corto plazo con una proporción baja líquido: sólido (por ejemplo MWMP o BC SWEP modificado) en muestras de cada unidad de prueba geoquímica. Sin embargo, puede ayudar comparar los resultados de una primera prueba cinética a largo plazo con las pruebas intemperización (alteración del material al ser sometido a los agentes atmosféricos) de corto y largo plazo, y permitirán la determinación de intemperización en relación a la masa. Las muestras de lixiviado deben analizarse para determinar compuestos de interés (basados en el análisis de roca entera) usando límites de detección por lo menos diez veces más bajos que los estándares de calidad de agua

18 Maest, A.S. et al. (2005) “Predicting Water Quality at Hardrock Mines: Methods and Models, Uncertainties, and State-of-the-Art.” [http://www.swrcb.ca.gov/academy/courses/acid/supporting\\_material/predictwaterqualityhardrockmines1.pdf](http://www.swrcb.ca.gov/academy/courses/acid/supporting_material/predictwaterqualityhardrockmines1.pdf)

19 Idem

relevantes (por ejm. El arsénico, tiene valor de 10µg/L para el agua de bebida, el límite de detección debería ser 1 µg/L o menor). Los cationes y aniones mayores deben determinarse en las muestras de lixiviado y el balance de catión/anión en cada muestra.”<sup>20</sup>

### **3.3.1.4 Identificación de contaminantes de interés**

Finalmente, la sección de un EIA que describe los materiales minados debe decir claramente cuales son las predicciones cuantitativas de las concentraciones de contaminantes de interés (por ejemplo arsénico, plomo, cadmio, níquel, cromo y mercurio) en el agua, y que el proyecto minero pueda anticipar que libere al ambiente. Estas predicciones cuantitativas deben usarse para anticipar los cambios en la calidad de las aguas subterráneas y superficiales causadas por el proyecto minero.

### **3.3.2 Caracterización del clima existente**

La lluvia es un factor importante que determina la aceptabilidad de un proyecto minero. Las altas precipitaciones pluviales y fuertes tormentas generan mucha escorrentía en zonas tropicales. Por otro lado, las minas en zonas áridas deben enfrentar bajas cantidades de escorrentía. Los proyectos mineros en muchas zonas tropicales enfrentan tensiones no solamente por los impactos en ecosistemas prístinos sino también por las elevadas precipitaciones y las tormentas que pueden rebasar las instalaciones y las medidas preventivas de impactos. El hecho que un proyecto minero sea propuesto un clima lluvioso puede constituir una razón por la cual la ubicación no sea ambientalmente aceptable.

Se considera necesario describir los siguientes aspectos relacionados al clima de la mina:

*“Debe considerarse el patrón de precipitaciones pluviales incluyendo la magnitud y variabilidad estacional de*

*las lluvias. Climas extremos (sequías, inundaciones, ciclones, etc.) deben discutirse con particular referencia al manejo de aguas en el lugar propuesto.”<sup>21</sup>*

*“Las condiciones climáticas (precipitación, evaporación, tipo de clima, variabilidad climática estacional, dirección de vientos dominantes, eventos típicos de tormentas, temperatura) para el lugar de ubicación de la mina y sitios aledaños.”<sup>22</sup>*

### **3.3.3 Caracterización de las condiciones sísmicas existentes**

El EIA de un proyecto minero debe describir adecuadamente las condiciones sísmicas, especialmente cuando el proyecto incluye depósitos de relaves (también llamados presas, embalses, canchas o tranques de relaves). Se debe caracterizar el riesgo a sismos de alta intensidad que puedan afectar las instalaciones de la mina y causar consecuencias catastróficas, tales como rupturas y fallas de la presa de relaves. La EPA de los EEUU recomienda el siguiente análisis:

*“El diseño del depósito de relaves usualmente tiene que considerar la actividad sísmica en el lugar. Esto requiere la selección de un diseño resistente a sismos para el lugar en cuestión. Un método frecuentemente usado para determinar los efectos de un sismo en un sitio en particular es asumir que el sismo ocurre lo más cerca posible de la falla geológica más cercana. La falla se selecciona en base a estudios geológicos previamente realizados en el área. Luego se usan tablas de atenuación para estimar la magnitud de las fuerzas sísmicas que llegan al lugar como*

21 Queensland Environmental Protection Agency, Australia (2001) “Generic Terms of Reference for Environmental Impact Statements for Non-Standard Mining Projects.” <http://www.derm/qld.gov.au/register/p00443aa.pdf>

22 Maest, A.S. et al. (2005) “Predicting Water Quality at Hardrock Mines: Methods and Models, Uncertainties and State-of-the-Art.” [http://www.swrb.ca.gov/academy/courses/acid/supporting\\_material/predictwaterqualityhardrockmines1.pdf](http://www.swrb.ca.gov/academy/courses/acid/supporting_material/predictwaterqualityhardrockmines1.pdf)

resultado del diseño de sismo ocurrido en la falla seleccionada.”<sup>23</sup>

El EIA debe incluir una descripción de los estudios sísmicos para el lugar propuesto de la mina, y evaluar los potenciales impactos en las instalaciones de la mina, incluyendo los depósitos de relaves húmedos (si se propone uno). La descripción del diseño sísmico debe basarse en la información sísmica más reciente. La CFI/Grupo del Banco Mundial señala lo siguiente:

- *“Se debe incluir una revisión independiente donde las estructuras se ubiquen en zonas de alto riesgo sísmico, las revisiones independientes deben incluir una revisión de las presunciones máximas de diseño sísmico y la estabilidad de la estructura para asegurar que el diseño es tal que durante los eventos sísmicos no hubiese liberación incontrolada de relaves;*
- *El diseño del depósito de relaves debe tener en cuenta los riesgos específicos asociados con la estabilidad geotécnica o fallas hidráulicas y los riesgos asociados a los valores económicos aguas abajo, la seguridad de ecosistemas y salud humana. Por lo tanto las consideraciones ambientales deberían considerar la preparación para emergencias y la planificación de las medidas de mitigación / contención en caso de derrames catastróficos de relaves o de rebalses de las aguas sobrenadantes;*
- *Cuando se determine el riesgo de licuefacción, incluyendo el riesgo asociado con conducta sísmica, la especificación del diseño debe considerar las mejores opciones de diseño que ofrezcan las más altas medidas de seguridad.”<sup>24</sup>*

### 3.3.4 Caracterización de la calidad de las aguas superficiales

El propósito de la caracterización de las aguas superficiales es obtener información detallada de la ubicación, distribución, cantidad y calidad de todos los recursos hídricos que pueden ser afectados por el proyecto y sus alternativas. Los datos y el análisis deben tener un nivel razonable de detalle necesarios para entender las condiciones de las áreas geográficas ambientalmente importantes.

Los estudios de base sobre la calidad del agua deben considerar los usos del agua a nivel regional y local (usos tales como el doméstico, industrial, urbano, agricultura, recreativos y otros) y evaluar la calidad del agua en el ecosistema (en relación con la vida de las comunidades de plantas y animales). Las evaluaciones deben comprender la calidad del agua y deben ser contrastados con los estándares de calidad de agua, valores guía para cada categoría de uso como se encuentran definidos en la ley. La cantidad debe considerar diversos aspectos tales como distribución en la cuenca, procesos hidrológicos y la disponibilidad para los distintos usos a nivel local y regional.

La caracterización de la calidad de las aguas superficiales debe comprender:

- Hidrología: Descripción y ubicación de las características químicas, biológicas e hidrológicas de todas los recursos de aguas superficiales en el área del proyecto y en el área de influencia (incluyendo las variaciones estacionales). Mapas que señalen la ubicación y caracterización de las cuencas hidrológicas, lagos, riachuelos.
- Identificación de las fuentes de contaminación de agua, ubicación, caudal, volumen y caudales mínimos.
- Identificación de humedales, zonas de inundación, caudales mínimos, velocidades, dirección.

23 Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1994) “Technical Report: Design and Evaluation of Tailings Dams.” <http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/industrial/special/mining/techdocs/tailings.pdf>

24 CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) “Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.” [http://www.ific.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHSGuidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ific.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

- Estándares de calidad de agua aplicables.
- Algunos parámetros de calidad de agua: Físicos y químicos, pH, turbidez, sólidos suspendidos, temperatura, Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), sólidos disueltos, salinidad, conductividad. Algunos contaminantes de interés incluyen: amonio, arsénico, cadmio, cobre, cromo, cianuro, hierro, plomo, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, nitrato/nitrito, sulfatos, talio, uranio, vanadio y zinc. Cuando se toman muestras de agua para información de línea de base (aguas superficiales o aguas subterráneas) el análisis debe comprender todos los parámetros contaminantes de interés listados arriba y todos que se sepa que son comunes en la zona o específicos para los métodos propuestos de extracción y procesamiento.
- Información relevante sobre la relación entre el ingreso y salida de agua en la ubicación del proyecto, los técnicos ambientales e hidrólogos llaman a estos "presupuesto o balance de aguas." Esto permite a la gente saber si hay periodos de abundancia de agua disponible y cuando no es suficiente, permite saber por qué. Esta información es importante para la calidad del agua porque puede permitir a la población saber si hay temporadas del año cuando la concentración de contaminantes puede aumentar.

La información sobre la calidad de aguas superficiales debe ser sustentada con datos sobre los métodos y procesos analíticos empleados. En otras palabras, el EIA debe incluir una descripción clara y detallada sobre los métodos de muestreo de aguas, la cantidad de muestras y la ubicación de los puntos de toma de muestras. Estos deben ser representativos del área de influencia del proyecto y de todas las fuentes de aguas superficiales que pueden ser afectadas por el proyecto. También la calidad del agua

debe mostrar los resultados de los análisis de laboratorio. Con frecuencia, esta información se incluye en tablas y figuras y se anexan los resultados de laboratorio.

Como se ha mencionado, los resultados de la información de calidad de agua deben compararse con los estándares de calidad de aguas de acuerdo a la categoría de uso correspondiente en las leyes nacionales o en las guías internacionales.

### **3.3.5 Caracterización de la cantidad existente de aguas superficiales y subterráneas**

Las fuentes de aguas subterráneas son sistemas muy complejos. Dependiendo de la zona, las aguas subterráneas pueden ubicarse a poca profundidad, con una gran interacción con las aguas superficiales, o las aguas subterráneas profundas pueden tener poca o ninguna interacción con las aguas superficiales. Las aguas subterráneas también tienen diversos usos, tales como agricultura, consumo humano, e industrial.

En general un estudio de EIA puede incluir la siguiente información básica sobre las aguas subterráneas:

- Profundidad incluyendo datos cuantitativos sobre variaciones estacionales.
- Geología y ubicación de los acuíferos presentes, rangos de conductividad hidráulica y viscosidad.
- Direcciones del caudal de aguas subterráneas
- Ubicación y caudales de manantiales e infiltraciones.
- Ubicación de puntos de descarga de arroyos (interacciones entre las aguas superficiales-subterráneas).
- Usos del agua subterránea

### 3.3.6 Caracterización de la calidad del aire existente

Es necesario conocer las condiciones de calidad de aire en la zona del proyecto para evaluar la potencial distribución de contaminantes atmosféricos en la zona de influencia del proyecto. Los contaminantes del aire pueden viajar grandes distancias. Es importante pensar sobre las zonas de influencia donde los contaminantes pueden dispersarse. Por lo tanto la información de línea de base de calidad de aire debe considerar con las condiciones meteorológicas, patrones de vientos, formaciones geológicas (por ejemplo) y otros factores que pueden influir la distribución de contaminantes del aire.

La información de línea de base del aire debería:

- Identificar la cuenca atmosférica.
- Describir el clima y topografía locales.
- Identificar los estándares nacionales y locales de calidad de aire.
- Describir las tendencias históricas de calidad de aire.
- Describir la calidad del aire en la zona propuesta para el proyecto y/o en la cuenca atmosférica.
- Identificar receptores sensibles.
- Describir la ubicación exacta de las estaciones de monitoreo y muestreo del aire.

Los análisis de calidad del aire deben incluir mediciones de los siguientes parámetros:

- Material particulado (PM10 y PM 2.5)
- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)
- Plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (As), mercurio (Hg)
- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

La información de línea de base sobre calidad de aire debe apoyarse en información sobre los métodos y técnicas de análisis. En otras palabras, el estudio debe incluir una descripción clara de los métodos de muestreo de aire, la cantidad y ubicación exacta de los puntos de muestreo. Estos deben ser representativos del área de influencia de un proyecto. Con frecuencia esta información se incluye en tablas y figuras e informes de laboratorio se incluyen como anexos. Los resultados de calidad de aire deben compararse con los estándares de calidad de aire nacionales o con las guías internacionales.

### 3.3.7 Caracterización de la calidad de suelos existente

Se define como suelo a la capa superficial de la Tierra, compuesta de pequeñas partículas de roca, humus (materia orgánica), agua y aire, zonas de interés geológico como las rocas debajo de la superficie del suelo. El suelo es un factor importante que afecta las plantas, incluyendo cultivos agrícolas y plantas que pueden servir de alimento y hábitat para animales. Por lo tanto, evitar impactos mayores en el suelo puede prevenir la degradación de todo el ecosistema.

Los estudios de línea de base de suelos se basan en tres fuentes principales de información: estudios de gabinete, trabajos de campo y análisis de laboratorio. Los estudios de línea de base deben incluir mapas de tipos de suelos, tablas que documentan las concentraciones de componentes químicos, métodos de análisis, revisión bibliográfica, muestreo de suelos y los resultados de análisis de laboratorio. Los mapas deben acompañarse de información que explique y detalle la geología local, los usos de suelo y vegetación.

La información sobre el muestreo de suelos debe comprender una cantidad razonable de puntos de toma de muestra que sean representativos del área de concesión de la mina. Las muestras deben incluir cada horizonte encontrado en los perfiles de suelos. La profundidad máxima a la cual es suelo es excavado es de

aproximadamente 1 metro. Generalmente las muestras se toman sistemáticamente, usando una cuadrícula de muestreo, pero el muestreo aleatorio o el muestreo en zonas específicas de interés pueden hacerse. La disposición y número de muestras necesarias puede variar en cada circunstancia, pero en general la cantidad de muestras debe ser representativa de la zona del proyecto.

Los resultados de los análisis de laboratorio deben dar información sobre la composición de los suelos, resistencia de los suelos (a la molienda), contenido de minerales y pH. Algunas mediciones sobre el contenido de agua, compuestos orgánicos, textura, tamaño de partículas, y densidad. La química de los suelos es importante en proyectos mineros porque pueden existir riesgos de toxicidad por elementos naturales que posiblemente se encuentren en los suelos. Los análisis de línea de base de suelos pueden incluir mediciones de los siguientes parámetros comunes:

- pH
- Capacidad de intercambio de cationes (el número total de cationes adsorbidos en suelos coloidales es alguna indicación del potencial de fertilidad).
- Estado de nutrientes del suelo: potasio, calcio, magnesio, nitrógeno, y fósforo.
- Metales pesados: plomo, cobre, zinc, cadmio, mercurio, y cromo.

### **3.3.8 Caracterización de la vida silvestre**

La vida silvestre comprende a todos los seres vivos que no están domesticados. Estos incluyen, plantas, animales (vertebrados, aves y peces) y otros organismos (invertebrados). La información de línea de base sobre la vida silvestre no solamente debe incluir una lista de especies silvestres en la zona del proyecto, pero sino también los procesos e interacciones entre las especies. Un EIA debe incluir una descripción

de las condiciones regionales, mapas, relaciones entre especies y distribución de estas. Todas las especies de flora y fauna endémicas en la zona del proyecto que se encuentran dentro de un estado especial o categoría de conservación – por ejemplo, si han sido listados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) o por alguna legislación nacional que las identifica como amenazadas o en peligro. Estas deben ser estudiadas para determinar su distribución y abundancia.

#### **3.3.8.1 Caracterización de especies terrestres**

Las plantas son uno de los indicadores más importantes de las condiciones ambientales porque reflejan el estado general de las condiciones de vida en el área y el estado de todas las otras especies en un ecosistema. Las plantas son relativamente fáciles de identificar y ubicar en mapas mediante el trabajo de campo y métodos que usan sensores remotos. Un inventario de especies de plantas debe incluir información sobre la composición, densidad, distribución, estado, cubierta vegetal, especies dominantes, protegidas, amenazadas y vulnerables, especies exóticas (en algunos casos), tanto como los efectos perceptibles de presencia humana en el ecosistema. Algunas áreas tienen especies raras y endémicas de comunidades de plantas que son de interés especial.

Los inventarios de especies de fauna son más difíciles de obtener que los de las especies de plantas. Sin embargo, el estudio de EIA debe incluir un inventario de especies, diversidad, distribución y densidad, incluyendo información sobre la presencia de especies en peligro, amenazadas, protegidas y endémicas. El EIA debe tratar sobre los biomas, especies indicadoras e interacciones relevantes entre las comunidades de especies. Dependiendo del proyecto, otros datos relevantes de línea de base tratan sobre las rutas migratorias, áreas reproductivas, de anidamiento, corredores de vida silvestre y la singularidad del hábitat de la fauna.

### **3.3.8.2 Caracterización de especies acuáticas**

Los ambientes acuáticos incluyen no solo a los peces y anfibios, también a las plantas acuáticas e invertebrados (caracoles, bivalvos, crustáceos, insectos, entre otros). La información sobre las especies acuáticas debería también incluir datos detallados sobre la abundancia y distribución de las especies endémicas, protegidas y en peligro; detalles sobre la abundancia y distribución de industrias pesqueras de importancia comercial o que dependen de ella para su sustento; y el impacto sobre los patrones migratorios de las especies acuáticas (tales como los peces) y los patrones de reproducción.

### **3.3.8.3 Caracterización de hábitats críticos para los procesos ecológicos**

Algunos tipos de hábitat a nivel regional o escénico tienen funciones ecológicas especialmente importantes para la diversidad de especies del ecosistema. Las condiciones inusuales del clima o las edáficas (suelos) pueden crear sitios de interés (hot spots) de biodiversidad local o apoyar desproporcionadamente procesos ecológicos tales como patrones hidrológicos,

ciclos de nutrientes y dar complejidad estructural. Por estas razones, la preservación de hábitats específicos (usualmente los remanentes de zonas naturales en una región) deben priorizarse.

Algunos hábitats son vitales para una determinada región. En general estos son remanentes de áreas naturales, especialmente aquellos que integran los cursos de agua, nutrientes, energía, y biota hacia una cuenca o región. El concepto es análogo al que las "especies esenciales" para integridad de las comunidades de especies. Los bosques, pastizales y ecosistemas acuáticos tienen hábitats únicos o importantes que sostienen los ecosistemas en una región.

Ha aumentado en el mundo el interés por identificar ecosistemas críticos o en peligro. Un EIA para un proyecto minero a gran escala debe considerar y ser consistente con las clasificaciones nacionales e internacionales de los ecosistemas en peligro. Un EIA debe informar sobre las consultas realizadas sobre el estado de los programas de patrimonios naturales nacionales de flora y fauna de manera detallada y sobre las especies que son de interés.

### 3.3.9 Línea de base socio-económica local

El entorno socio-económico en este caso se define como todas las actividades, procesos sociales, económicos que podrían ser influenciados directa o indirectamente. En la mayoría de los casos, hay un entorno socio-económico definido que será definitivamente afectado en alguna medida por el proyecto minero. La evaluación del impacto sobre la comunidad es de particular importancia. El rango de temas (enfoque) y el nivel de detalle pueden ser altamente variables.

La sección de línea de base socio-económica en un EIA debe explicar la forma en que se definió el enfoque del análisis (a través de un proceso organizado) y de que forma el área de estudio fue delineado. La sección debería presentar información sobre:

- Ubicación de la población local en relación al área del proyecto propuesto
- Tamaño de la población, composición por edad, crecimiento poblacional
- Actividades económicas, empleo, ingresos (inventario del entorno económico actual sin el proyecto)
- Calidad de vida
- Calidad y cantidad de viviendas (esto es particularmente importante en caso de reubicación de la población)
- Organizaciones comunales, instituciones representativas, cohesión vecinal (usualmente medida con encuestas y entrevistas)
- Seguridad pública (policía, bomberos)
- Educación (nivel promedio de educación de la población local, acceso a la educación, escuelas públicas y/o privadas)
- Servicios de salud
- Recreación (pública y privada)
- Existencia de planes de desarrollo local o bienestar
- Acceso a servicios públicos y salubridad
- Mapas con la ubicación y cuantificación de chacras de cultivo
- Mapas con los patrones existentes del uso de las tierras
- Actitudes hacia el proyecto



## 3.4 EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES Y PREVISTOS

### 3.4.1 Cómo entender y evaluar las matrices de impacto ambiental

Existen varios métodos para identificar los efectos e impactos ambientales. Algunos de los más comunes son:

- Las listas de control (checklists)
- Matrices
- Diagramas de flujo
- Sistemas de evaluación ambiental de Batelle

#### Listas de control “checklists”

Las listas de control consisten en un listado de los factores biofísicos, sociales y económicos especiales que pueden ser afectados por el proyecto. Las listas de control se encuentran de alguna u otra manera en casi todos los EIA. Las listas de control no suelen incluir las relaciones directas de causa-efecto vinculadas a las actividades del proyecto.

Ejemplo de una lista de control para un proyecto minero a gran escala

Fuentes Potenciales de Impactos Ambientales	
Fase del Proyecto	Actividad
Construcción	Construcción de caminos para transporte de mineral y acceso a los lugares de depósito de desechos
	Preparación del área de depósito de desechos sólidos. Lugar de almacenamiento de la planta de producción y depósito de lixiviados
	Construcción de canales de desvío
	Construcción de las bases de la planta de producción
	Preparación del área para la pila de lixiviación

Fuentes Potenciales de Impactos Ambientales	
Fase del Proyecto	Actividad
Construcción	Remoción y almacenamiento de la capa superficial de suelos (top soil)
	Preparación del área para disposición de desechos domésticos
	Preparación del área para la planta de tratamiento de aguas servidas
	Instalación de campamentos, oficinas, talleres, almacenes.
	Preparación del área del tajo abierto
Operación	Explotación de los tajos abiertos
	Transporte del mineral a la pila de lixiviación
	Expansión y arranque de la pila de lixiviación
	Lixiviación del mineral
	Transporte y disposición de materiales en las pilas de lixiviación
	Recepción y almacenamiento del mineral en la planta de producción
	Manejo de soluciones en la planta de producción
	Almacenamiento del material molido en la planta de producción
	Proceso y recuperación del mineral en la planta de producción
	Disposición del material de desecho de la planta de producción
	Manejo de efluentes industriales y domésticos
	Manejo de materiales peligrosos
	Cierre y post-cierre
Cierre de los depósitos de desechos	
Cierre de las pilas de lixiviación	
Relleno de los botaderos	
Cierre de lugares de almacenamiento	
Cierre de las fuentes de agua y electricidad	
Rehabilitación de tierras	
Restauración de los caminos internos	
Revegetación	

## Matrices

Una matriz es una cuadrícula que a manera de tabla sirve para identificar la interacción entre las actividades del proyecto. Las actividades se presentan en un eje de la matriz, mientras las características ambientales se listan en el otro eje. Mediante el uso de esta cuadrícula, las interacciones ambiente-actividad pueden anotarse en la celda apropiada o en los puntos de intersección de la cuadrícula. Las matrices usan un formato tabular, organizan y cuantifican las interacciones entre las actividades humanas y los recursos de interés. Una vez que los datos numéricos se han obtenido, las matrices combinan valores para la magnitud y significado o importancia en las celdas individuales. Estas sirven para evaluar las múltiples acciones en cada recurso por separado, así como en los ecosistemas y comunidades humanas.

Las matrices contienen valores para la “magnitud” y para el “significado”. La magnitud se refiere a su extensión o escala mientras que el significado se relaciona a la importancia de las consecuencias potenciales de un impacto previsto. Con frecuencia, las matrices usan valores de significado en una escala de 1-10 para la magnitud y significado, donde 10 representa el mayor valor.

Una serie de matrices de cada una de las actividades de un proyecto puede ser una forma particularmente efectiva de presentar la información. Cada matriz puede usarse para comparar las opciones calificadas contra cada criterio por vez. Sin embargo, probablemente el mayor inconveniente de las matrices es que estas pueden mostrar efectivamente los impactos primarios. Por lo tanto, a veces un EIA complementa esta información con tablas, listas de control checklists o el uso de diagramas de redes para ilustrar impactos de mayor orden y para indicar cómo se interrelacionan los impactos.

	Acciones que pueden causar un impacto
Elementos del ambiente	
	Importancia

### 3.4.2 Impactos en la calidad y cantidad del agua

La sección del EIA que evalúa los impactos previstos del proyecto minero en la calidad del agua debe contener datos cuantitativos, no sólo cualitativos. Es decir, el EIA debe predecir cuanto se elevaría el nivel de contaminantes en las aguas superficiales y subterráneas. Existen muchas herramientas y también modelos informáticos para hacer análisis cuantitativos. Lo que sigue son pasos simples para predecir la calidad del agua:

*“La predicción de la calidad de agua en una mina y en la gradiente de aguas subterráneas y superficiales comprende los siguientes pasos. Dependiendo de los objetivos de modelación, no todos los pasos son necesarios:*

*“1. Desarrollar un modelo conceptual específico para el sitio: Desarrollar un modelo conceptual para predecir la calidad de agua de la unidad de interés en una mina. Identificar todos los procesos relevantes y las rutas que pueden influir en la calidad de la agua. También determinar si el punto final del estudio de modelación (por ejemplo, composición porosa del fluido en los depósitos de relaves vs. Las concentraciones de compuestos en el receptor). La meta de la modelación es determinar cuáles son los pasos necesarios por aplicar.*

*“2. Caracterizar las condiciones hidrogeológicas y químicas:*

## Ejemplo de una matriz simple interactiva:

Características Regionales		Alteraciones Generales														Infraestructura					
		Flora	Fauna	Estructura Hidrológica	Drenaje	Caudal de ríos	Parcelas de tierra	Propiedad comunal	Deforestación	Arborización	Urbanización	Construcción civil	Campo aterrizaje	Marino	Carreteras	Lecho del río	Canales	Desague	Red eléctrica	Vía de acceso	
Tierra	Suelo				4/3			2/4												3/1	
	Relieve				3/3			2/4												3/1	
Agua	Mar	Superficie															8/3				
		Calidad						2/4										8/3			
		Temperatura																8/8			
	Río	Corrientes cascadas																	3/1		
		Caudal				3/1													3/1	4/1	
		Arroyos																	5/1		
		Calidad							3/1									8/1			
Aire	Calidad							4/5									8/8				
	Régimen de lluvias							4/5													
	Temperatura							3/5													
	Humedad							4/5													

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambientales -CEPIS (1981) Métodos de evaluación de impacto ambiental y análisis e introducción a la aplicación de métodos de evaluación de impacto ambiental. <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep151/environ/environ.html>

## Otro ejemplo de matrices de interacción simple para las actividades y efectos ambientales:

Efectos Ambientales	Ambiente Social	Ambiente Físico	Ambiente Biológico
	Desarrollo Tratamiento Sedimentación Tamizado Arcilla activada Filtración Remoción de nutrientes Tratamiento fuera del sitio Disposición - tierra Infiltración Inundación superficial Irrigación por aspersión Disposición - cuerpo de agua en tierra Río Lago Disposición - Aguas marinas Estuario Mar cerca a tierra Mar a dentro Inyección pozo profundo	Recreación Paisaje/Visual Histórico/Cultural Personal/Social Riesgos y Ansiedades Usos de la tierra actuales Valor de la tierra Asentamientos Empleo Participación pública	Formación de terreno Molestia (ruido, polvo, olor) Clima/Atmósfera Materiales de cimientos Suelos agrícolas Aguas subterráneas Aguas Superficiales Sedimentación Erosión/Estabilidad de tierras Régimen hídrico

Fuente: e-Curso Módulo, Universidad, de las Naciones Unidas. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). [http://eia.unu.edu/wiki/index.php/Assessment\\_Matrix](http://eia.unu.edu/wiki/index.php/Assessment_Matrix)

*“3. Determinar los flujos de masa dentro de las instalaciones: Determinar el balance de aguas para las instalaciones usando información meteorológica y modelos cuantitativos de análisis. Determinar la liberación de sustancias químicas a las unidades desde el material minado fuera de las instalaciones usando datos de lixiviación a corto y largo plazo (dependiendo de los objetivos) en las muestras de calidad de aguas...”*

*“4. Determinar la calidad de aguas en las instalaciones: Si se dispone de muestras de calidad de agua y el punto final de la modelación es aguas abajo de las instalaciones, entonces puede no ser necesario el modelado de la calidad del agua en las instalaciones. Si la calidad del agua en las instalaciones es lo que se desea investigar (por ejemplo, la calidad de agua con relación a los desechos de roca, relaves, botaderos de lixiviación, tajo abierto o calidad de agua en las lagunas de relleno de los tajos y trabajos subterráneos). También se usa información de la calidad del agua que ingresa a los procesos (si es relevante), sustancias liberadas del material minado, e información del balance de aguas. Se puede usar un código geoquímico de balance de masas (por ejemplo: PHREEQE) para aguas conteniendo mezclas y para calcular las concentraciones de los constituyentes, teniendo en cuenta la precipitación y adsorción. Incluye un análisis de incertidumbre en la predicción de la calidad del agua. Deben considerarse los procesos físicos, químicos y biológicos que puedan cambiar la calidad del agua dentro de las instalaciones.*

*“5. Evaluar los flujos de masa fuera de las instalaciones: Evaluar la migración de contaminantes desde la unidad dentro de la mina. Para los depósitos de desecho de roca, relaves o depósitos secos, estos pueden requerir el estimado de los flujos de agua y masa de químicos que se descargan desde el fondo o del pie del depósito de relaves, o lo*

*que se infiltran a través del suelo del depósito seco.*

*“6. Evaluar la migración de contaminantes a los receptores en el ambiente: Los receptores en el ambiente incluyen las aguas subterráneas y superficiales donde el agua será usada por personas o animales silvestres o donde los estándares de calidad de agua sean relevantes (por ejemplo, puntos de cumplimiento).*

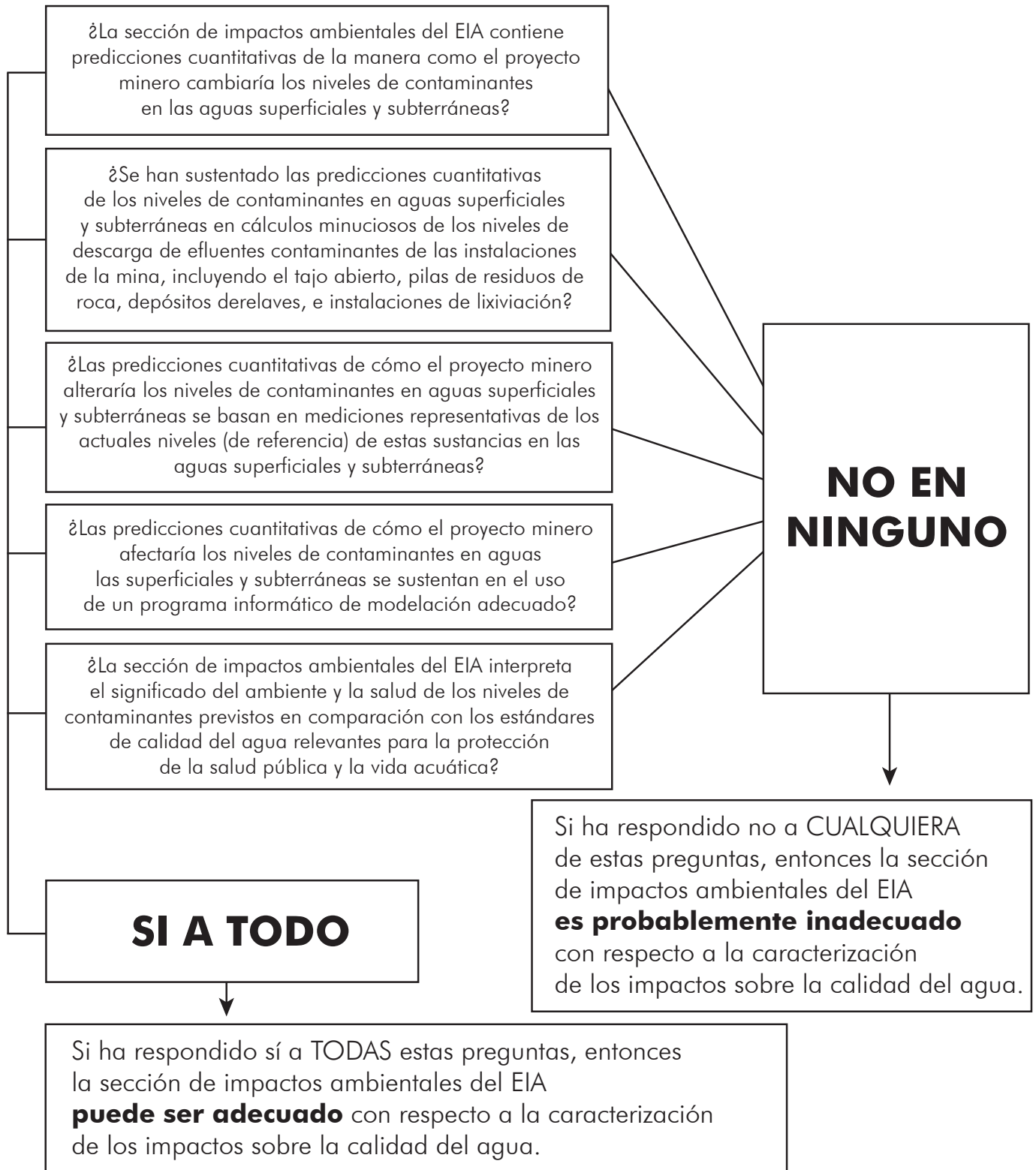
*“7. Evaluar los efectos de la mitigación hacia los cuerpos receptores en el ambiente: Evaluar los efectos de las medidas de mitigación en las predicciones sobre la calidad del agua aguas debajo de las instalaciones. Se usan modelos conceptuales que pueden modificar los valores de las emisiones de agua y sus constituyentes desde o hacia las instalaciones. Por ejemplo, si se va a cubrir el depósito de relaves en el décimo año de operaciones, los niveles de infiltración hacia el depósito usados en el modelo deben reducir en el décimo año. La reducción de los niveles de infiltración afectará el flujo de constituyentes que salen de las instalaciones y que migran hacia los receptores.”<sup>25</sup>*

Si un EIA no usa una aproximación similar para predecir la calidad del agua, entonces carece de información esencial para determinar si un proyecto es ambientalmente aceptable o no.

---

25 Maest, A.S., et al. (2005) “Predicting Water Quality at Hardrock Mines: Methods and Models, Uncertainties, and State-of-the-Art.” [http://www.swrcb.ca.gov/academy/courses/acid/supporting\\_material/predictwaterqualityhardrockmines1.pdf](http://www.swrcb.ca.gov/academy/courses/acid/supporting_material/predictwaterqualityhardrockmines1.pdf)

### DIAGRAMA DE FLUJO 3.3 - Evaluación y predicción de los impactos anticipados en la calidad del agua



### **3.4.2.1 Liberación de contaminantes del agua de relleno de los tajos abiertos**

Una empresa minera no debe proponer un proyecto que permita la formación de una laguna de relleno del tajo abierto. Los tajos abiertos deben rellenarse, contornearse y revegetarse para crear una superficie final que sea consistente con la topografía del área. Sin embargo, si la empresa minera propone la creación de una laguna de relleno del tajo, entonces debe tomar en cuenta consideraciones adicionales que son necesarias para predecir correctamente los impactos contaminantes en la calidad del agua causados por el lago de relleno del tajo:

*“Para los lagos de relleno de tajos abiertos, es preciso estimar la precipitación y evaporación de la superficie del lago, la escorrentía de las paredes, flujo hacia o desde los cuerpos de agua subterránea al tajo (si es relevante), niveles de descarga de cualquier agua superficial hacia o desde la laguna. El balance de agua puede usarse para predecir lo niveles de inundación de las paredes del tajo con el agua subterránea...”*

*“Determinar la liberación de compuestos químicos desde los materiales minados fuera de las instalaciones hacia estas usando datos de lixiviación a corto y/o largo plazo (dependiendo de los objetivos) o muestras de calidad de agua. Para los tajos, estas liberaciones deben derivarse tomando en cuenta la roca oxidada de las paredes, la escorrentía del tajo y paredes altas, y la posiblemente los rellenos realizados con rocas de desecho. La oxidación de minerales azufrados en las paredes y trabajos subterráneos y tajos secos puede liberar metales y ácidos al ambiente...”*

*“El flujo de masa hacia afuera de las instalaciones para una laguna de relleno de un tajo o para la inundación de trabajos subterráneos, debe ser la cantidad de agua y cantidad de constituyentes liberados en el agua subterránea o zona vadosa o de aireación.”*

*“Si se considera el transporte de la zona de vadosa a las aguas subterráneas (flujo de masa desde la instalación inicialmente entra la zona de vadosa en lugar de las aguas subterráneas), usar el flujo de una zona insaturada y transporte analítico o código numérico. El transporte de compuestos aguas abajo en las aguas subterráneas puede evaluarse usando un flujo de aguas subterráneas y un código para el transporte de solutos, o un código de ruta de reacción.”<sup>26</sup>*

### **3.4.2.2 Contaminantes del agua liberados de los depósitos de relaves**

El retiro del agua de los relaves y el uso de los relaves secos como relleno (disposición de relaves secos) es la opción preferida desde el punto de vista ambiental para la disposición de relaves. Sin embargo, si el EIA de un proyecto minero propone la creación de un depósito de relaves húmedos, entonces el análisis de impactos de los relaves en la calidad del agua debe incluir las siguientes predicciones cuantitativas.

*“La calidad de agua de los poros de relaves; Potencial para y la calidad de la infiltración desde los depósitos de relaves; calidad del agua subterránea aguas abajo; Calidad del agua superficial (si las infiltraciones de los relaves impactan arroyos, riachuelos, lagos o manantiales).”<sup>27</sup>*

Estas predicciones cuantitativas deben fundamentarse en los siguientes datos:

*“Mineralogía de los relaves (contenido de azufre); grado de liberación de contaminantes de los relaves; Dimensión del depósito de relaves; Manejo de aguas en los depósitos de relaves durante y después del cierre de la mina (presencia de la laguna, grado de saturación); niveles de oxidación del mineral azufrado; especificaciones de la geomembrana (cero descarga/liberación); cercanía de aguas superficiales; distancia del acuífero a lo largo del tiempo; Nivel de infiltración a través de la*

---

26 Idem  
27 Idem

zona insaturada; Características de la zona de vadosa y acuífero que afecta la hidrología y el transporte; Características del transporte de aguas subterráneas; si la infiltración de los relaves impacta las aguas subterráneas; y las características de las aguas superficiales, si las infiltraciones de los relaves descargan en aguas superficiales.”<sup>28</sup>

### **3.4.2.3 Contaminantes del agua liberados de los botaderos de escombros o roca de desecho**

El análisis de los impactos en la calidad del agua causados por los botaderos de desmontes, escombros o roca de desecho comprende las siguientes predicciones cuantitativas:

*“Potencial de la calidad y cantidad de infiltración de los botaderos de rocas; “Efectos en la calidad del agua superficial y subterránea aguas debajo de la mina. En el agua superficial si las filtraciones de los desechos de roca alcanzan los arroyos, ríos, lagos)”*.<sup>29</sup>

Estas predicciones cuantitativas deben basarse en los siguientes insumos de información:

*“Mineralogía de las rocas de desecho (contenido de azufre). Tasa de oxidación de sulfuros en las rocas de desecho; tasa de liberación de los desechos de roca; calidad y cantidad de filtraciones de los desechos de roca, Niveles de infiltración a través de la zona insaturada; escorrentía (cantidad y caracterización química); dimensiones del botadero, composición física de los desechos de roca. Medidas de mitigación (membranas, cubiertas, etc.); calidad del agua subterránea aguas arriba; profundidad del acuífero a lo largo del tiempo, “Distancia al agua superficial”, características de la zona de vadosa y acuífero que afecta los procesos hidrológicos y el transporte; características del transporte de agua subterránea, si las filtraciones de los desechos de roca impactan*

*las aguas subterráneas, y características del agua superficial, si los desechos de roca filtran sus descargas a las aguas superficiales.*<sup>30</sup>

### **3.4.2.4 Evaluación del significado de los impactos en la calidad del agua**

Una vez que el EIA ha calculado la cantidad de contaminantes que el proyecto minero puede liberar, que puedan elevar los niveles de estos contaminantes en las aguas superficiales y subterráneas (por encima de los niveles de base), el siguiente paso es interpretar el significado de estos valores anticipados en el ambiente y en la salud humana. Se debe prestar atención especialmente a las sustancias tóxicas que son contaminantes de interés (por ejemplo, arsénico, plomo, cadmio, níquel, cromo y mercurio) pero deben también incluir otras sustancias que puedan producir efectos dañinos (por ejemplo, salinidad, pH, sólidos totales disueltos).

La interpretación del significado de los niveles anticipados de contaminantes en el ambiente y la salud necesitará contrastarlos con los estándares de calidad de aguas. Para los niveles anticipados de contaminantes en las aguas superficiales y subterráneas, los estándares de calidad de aguas son los estándares de aguas bebida encontrados en la legislación nacional y (especialmente si los estándares de calidad de agua son débiles o no existen en el país), se pueden usar las Guías para la Calidad de Agua de Bebida de la Organización Mundial de la Salud (OMS).<sup>31</sup>

Para los niveles anticipados de contaminantes en las aguas superficiales, los estándares relevantes de calidad de agua son los estándares para agua de bebida (para aguas superficiales usadas para consumo humano y estándares para la protección de vida silvestre y vida acuática encontrados en la legislación nacional y especialmente si los estándares nacionales no existen o son débiles)

28 Idem  
29 Idem

30 Idem

31 Organización Mundial de la Salud (2006) “Guía para la Calidad del Agua de Bebida, tercera edición, Incluye la primera y segunda adenda” [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwa/gdwq3rev/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwa/gdwq3rev/es/index.html)

los Criterios para la Calidad del Agua de la EPA de los EEUU.<sup>32</sup>

### 3.4.2.5 Impactos causados por el desvío de aguas superficiales

Algunos proyectos mineros proponen alterar el curso de las aguas superficiales. Por ejemplo, si un río o arroyo discurre sobre el yacimiento de minerales, una empresa minera puede proponer desviar el cauce del río o arroyo mediante una tubería o canal artificial de tal modo que la empresa minera pueda acceder al depósito de minerales durante las operaciones mineras.

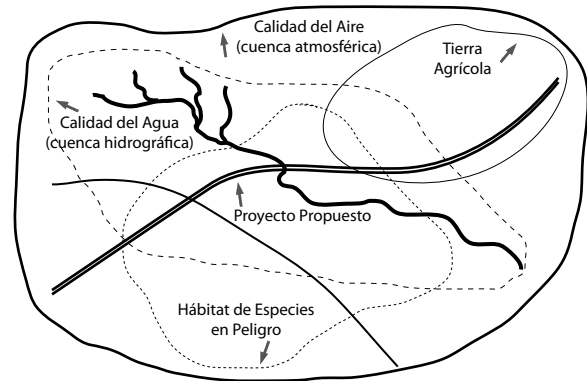
Si un proyecto comprende el desvío de un río o arroyo existente, entonces el EIA deberá incluir una evaluación cuidadosa de los impactos causados. La evaluación debe incluir una discusión de la manera cómo el desvío propuesto de las aguas superficiales puede afectar la calidad y disponibilidad de aguas superficiales o subterráneas (el arroyo desviado puede ser una fuente de abastecimiento de una fuente de agua subterránea) y las especies acuáticas que puedan depender de las condiciones de las aguas cuyo cauce ha propuesto desviar.

### 3.4.3 Impactos en la calidad del aire

Los impactos en la calidad del aire de un proyecto minero no se limitan al área de concesión de la mina. Evaluar los impactos potenciales sobre la calidad del aire exige examinar una región mayor que la de la concesión y tierras adyacentes. Los siguientes factores deben considerarse:

- ¿Cómo se han definido las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto?
- ¿El estudio incluye datos documentados de la magnitud y dirección del viento?
- ¿Qué información se ha incluido para respaldar las afirmaciones sobre la dispersión de los contaminantes del aire?

La figura abajo muestra un ejemplo de la extensión de una cuenca atmosférica en comparación con una cuenca hidrológica, la ubicación de un proyecto propuesto y las áreas con distintas categorías de uso. La extensión de una cuenca atmosférica podría ser significativamente mayor que el área del proyecto propuesto.



Departamento de Transporte de California, EEUU (2008) Guidance for preparers of Cumulative Impact Assessments. [http://www.dot.ca.gov/ser/cumulative\\_guidance/defining\\_resource.htm](http://www.dot.ca.gov/ser/cumulative_guidance/defining_resource.htm)

La calidad del aire puede afectar la salud humana y el bienestar de los seres humanos, la vida silvestre (plantas y animales), y la calidad del agua en áreas extensas. En consecuencia, todas las actividades del proyecto que podrían potencialmente afectar la calidad del aire, deben ser evaluados y deberían incluir:

1. Una identificación (¿qué tipo?) y monto estimado (¿cuánto?) de contaminantes del aire que se producirían durante todas las etapas del proyecto
2. Un monto estimado y los efectos causados por partículas que serán producidas durante las excavaciones, voladuras, transporte, erosión eólica (más frecuente en minas de tajo abierto), polvo fugitivo de los servicios del relave, reservas, desmontes, caminos de transporte y construcción de infraestructura.
3. Una identificación (¿qué tipo?) y monto estimado de gases (¿cuánto?) podrían liberarse como emisiones de la quema de combustibles in fuentes estacionarias (instalaciones de procesamiento de

<sup>32</sup> Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (2005) "National Recommended Water Quality Criteria." <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqctable/>



minerales, campamento principal, generadores de energía) y fuentes móviles (vehículos, equipo, campamentos itinerantes) y explosiones.

Esta es una lista de fuentes comunes de potencial emisión a los que se debe poner atención cuando se revisa un EIA:

- Escapes de gases de equipo utilizado en la perforación, carga y transporte de materiales
- Gases de explosivos usados en operaciones de detonación o voladuras
- Polvo de excavaciones, materiales de carga y otras operaciones en una mina de tajo abierto
- Polvo producto del molido y segregación de materiales
- Gases azufrados, hidrocarburos y otras emisiones de gas de respiraderos en operaciones mineras subterráneas
- Emisiones de gas de operaciones de secado en el procesamiento del mineral (secado de pulpa y/o sedimentación de materiales durante el procesamiento del mineral)
- Emisiones fugitivas durante el procesamiento del mineral (fugas no controladas en el equipo tales como válvulas, sellos de la bomba y otros en los que entra el aire sin que pase a través de una chimenea y no es canalizada hacia un artefacto de control de la contaminación)

La sección de análisis de impacto debe integrar datos de línea de base (condiciones ambientales previas al proyecto) con la evaluación de los impactos potenciales en la calidad del aire (en todas las fases del proyecto). Esto implica que la evaluación debe considerar la influencia de estas asumiendo que existen otras industrias ya existentes en el área del proyecto o en su área de influencia, datos meteorológicos relevantes (tendencias en la dirección del viento) y debe

evaluar los impactos de las partículas y las emisiones de gas en el agua, la vida silvestre, el suelo y la salud humana.

El estudio debería incluir montos estimados de contaminantes del aire, identificar los contaminantes más significativos (partículas, emisiones de gas en fuentes estacionarias y móviles) e incluir estudios de simulación y análisis de dispersión de estos contaminantes.<sup>33</sup>

Algunas veces los contaminantes del aire interactúan entre ellos creando lo que se denomina contaminantes 'secundarios' (por ejemplo, ozono a nivel del suelo y partículas formadas a partir de contaminantes principales). Los estudios de EIA usualmente presentan estimados gruesos de las tasas de emisión tales como los factores de emisión que describe el porcentaje de emisión de aire generado por cada fuente. Estos valores deben ser considerados conjuntamente con la información de línea de base y los datos meteorológicos para evaluar la dispersión de los contaminantes del aire.

### 3.4.4 Impactos en el clima global

Los proyectos mineros de gran escala poseen el potencial de alterar el presupuesto carbono global en al menos, las siguientes maneras: 1) Pérdida de captura de CO<sub>2</sub> por los bosques y la vegetación que es destruida para iniciar la explotación minera; 2) emisión de CO<sub>2</sub> por la maquinaria alimentada con combustible fósil (por ejemplo, vehículos pesados que funcionan con diesel) que son utilizados para extraer y transportar el mineral; y 3) CO<sub>2</sub> emitido por el procesamiento del mineral para convertirlo en metal (por ejemplo, técnicas de piro-metalurgia versus técnicas de hidro-metalurgia).

La sección de análisis de impactos de un EIA debería incluir estimados cuantitativos de cada una de las tres formas como un proyecto minero puede potencialmente afectar el presupuesto

---

33 Un EIA debe incluir referencias de los métodos usados para predecir los impactos del proyecto en la calidad del aire tales como la simulación en computadora, análisis de la dispersión.

global de carbono antes mencionados. Los estimados cuantitativos de los dos componentes que siguen: CO<sub>2</sub> emitido por los vehículos usados en las operaciones mineras y el CO<sub>2</sub> emitido para el procesamiento del mineral en metal debería ser relativamente simple y claro para ofrecer estimados basados en las tasas predecibles de consumo de combustible fósil.

Una proyección cuantitativa del primer componente requerirá un análisis más complicado, específico al lugar de la mina de las tasas de absorción de CO<sub>2</sub> por los bosques locales que serán impactados por el propuesto proyecto minero. Sin embargo, este análisis es esencial porque para muchos proyectos mineros propuestos en áreas tropicales, la pérdida en absorción de CO<sub>2</sub> por los bosques y la vegetación podría ser el factor más importante para determinar el impacto potencial en el cambio climático.

### **3.4.5 Impactos en los procesos ecológicos**

Es útil que los analistas empiecen su evaluación investigando procesos ecológicos sencillos. Hay diez procesos ecológicos que capturan efectivamente el funcionamiento del ecosistema y que deberían ser evaluados debido a sus efectos adversos:

1. Hábitats fundamentales para los procesos ecológicos
2. Patrones y conectividad de las piezas del hábitat
3. Régimen de perturbación natural
4. Complejidad estructural
5. Patrones hidrológicos
6. Ciclos de nutrientes
7. Servicios de purificación
8. Interacciones bióticas
9. Dinámica poblacional
10. Diversidad genética

La pérdida y degradación del hábitat forestal es común a muchos proyectos. El bosque en general ha sido reconocido como el

hábitat para las especies de la vida silvestre pero solo recientemente se ha considerado los valores asociados a distintos tipos de bosques. Comunidades forestales específicas, particularmente las que soportan especies de muy antiguo crecimiento, albergan especies sensibles y procesos ecológicos que no pueden ser sostenidos en otros tipos de bosques.

*“El grado de impacto causado por las actividades mineras varía tanto dentro como entre las fases de los proyectos mineros y los distintos tipos de actividades. El nivel de impacto es determinado tanto por la intensidad como por la cobertura de la actividad, y por el tipo específico de impacto sobre el hábitat involucrado. El impacto en los hábitats y a sus valores y funciones podrían clasificarse en tres categorías generales: 1) destrucción del hábitat, 2) fragmentación del hábitat, 3) degradación del hábitat.*

*“La naturaleza de estos impactos depende del estrés específico creado por cada actividad. En la mayoría de los casos, una sola actividad incluirá varios procesos estresantes que impactan el hábitat. Por ejemplo, la actividad de apertura de la mina involucra la remoción de vegetación, erosión y sedimentación de corrientes cercanas y molestias debido al ruido y la actividad humana. Los procesos estresantes más importantes que afectan los hábitats incluyen los siguientes: remoción de vegetación, erosión, sedimentación, y compactación del suelo; acidificación, toxicidad contaminante y ruido y perturbación visual.*

*“Los procesos estresantes pueden llevar a los siguientes efectos en el hábitat: mortalidad directa de las especies residentes; estrés psicológico y reducción de la reproducción; perturbación del comportamiento normal y las actividades; segmentación de la población híbrida; e interacciones de especies modificadas.*

*“Los grupos de especies expuestos a los mayores riesgos son los siguientes: mamíferos*

terrestres grandes, murciélagos, aves de nido, anfibios, caracoles, árboles, hierbas, prados, organismos de agua dulce, peces de río y moluscos, y vegetación acuática.”<sup>34</sup>

### 3.4.5.1 Impactos en la calidad de la vegetación y el suelo

Los proyectos mineros pueden contaminar los suelos sobre un área grande, afectando potencialmente actividades agrícolas cercanas. Los derrames y fugas de materiales peligrosos y la sedimentación de polvo volátil contaminante pueden llevar a la contaminación del suelo. Los altos niveles de arsénico, plomo, y radionucleidos en el polvo volátil usualmente representan los mayores riesgos.<sup>35</sup> En consecuencia, la sección de Análisis de Impactos de un EIA debe incluir estimados cuantitativos de cómo las sedimentaciones de polvo volátil contaminado podría elevar los niveles de contaminantes del suelo e impactar actividades agrícolas cercanas.

### 3.4.6 Impactos en la vida silvestre

La sección de análisis de impacto debe ofrecer clara, “una amplia imagen” información de los ecosistemas acuáticos y terrestres, especies silvestres y la manera en que estas serán afectadas por el proyecto minero. Esta sección debe contener también referencias sobre los instrumentos legales nacionales e internacionales que protejan las especies o que ofrezcan un marco referido a su status.

#### ¿Qué buscar en la sección de análisis de impacto en la vida silvestre?

- Cambios en la vegetación natural
- Perturbación de la vida acuática, ríos, corrientes, alteraciones lacustres
- Cambios en la población de las especies

- Remoción de especies
- Ciclo de los nutrientes: cambios en aves, peces y redes alimentarias de los mamíferos
- Evaluación de las especies amenazadas
- Efectos en las aves migratorias, mamíferos, peces
- Impactos sobre las áreas de reproducción y otras consideraciones relativas a la reproducción de las especies
- El alcance de las áreas de análisis debería considerar no solo el área de concesión minera sino también otras áreas potenciales de influencia directa o indirecta

### Preguntas clave en la evaluación del impacto sobre la vida silvestre

¿La sección de Análisis de Impactos del EIA consideró los efectos adversos sustanciales, sean estos los efectos directos o a través de las modificaciones del hábitat sobre las especies identificadas como sensibles o especies con estatus especiales en los planes locales o regionales, políticas públicas o normas legales?

- ¿La sección ofrece un análisis riguroso de los efectos adversos sobre el hábitat ripario o sobre otras comunidades sensibles identificadas en los planes locales o regionales, políticas y regulaciones?
- ¿El análisis considera los efectos sustanciales adversos acumulados de largo plazo durante todo el ciclo del proyecto minero?

### 3.4.7 Impactos sociales

Los proyectos mineros de gran escala pueden provocar impactos sociales severos y hasta permanentes. Los cambios en el ambiente físico, la presencia de cientos de trabajadores, la construcción de un acceso vial nuevo, el incremento en las demandas de servicios, cambios en el uso de la tierra, el acceso al agua y la contaminación ambiental pueden afectar de forma permanente las vidas de la población local. La mayoría de las

34 Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1993) “Habitat Evaluation: Guidance for the Review of Environmental Impact Assessment Documents.” <http://www.epa.gov/compliance/resources/policies/nea/habitat-evaluation-pg.pdf>

35 MINEO Consortium (2000) “Review of potential environmental and social impact of mining” <http://www2.brgm.fr/mineo/UserNeed/IMPACTS.pdf>

guías de EIA exigen una sección de análisis de impacto social como parte del estudio de EIA. Los impactos sociales pueden diferir sustancialmente de acuerdo a muchos factores. Los impactos dependerán de factores generales, tales como la duración del proyecto, la ubicación de las zonas pobladas en relación al área del proyecto y los planes de expansión potencial de la mina. Los factores comunes que deberían ser incluidos en la sección dedicada a los impactos sociales son:

- Características de la población local en el área del proyecto y áreas de influencia: ubicación de la población, distribución por edades, tasa de crecimiento poblacional y composición por grupos étnicos
- Información relevante sobre el acceso a los servicios de educación y salud
- Saneamiento
- Tendencias del desarrollo: las comunidades algunas veces han diseñado planes de vida comunitaria y/o ejecución de planes de desarrollo local
- Empleo e ingresos
- Estratificación socio-económica
- Vivienda (infraestructura, número de casas)
- Uso de la tierra, propiedad de la tierra
- Presencia de comunidades indígenas. Usos consuetudinarios de la tierra y derechos territoriales
- Datos de salud relevantes (enfermedades más comunes, causas de fallecimientos)
- Acceso a la información y conocimiento sobre el proyecto. Actitudes hacia el proyecto
- Infraestructura (camino, transporte)
- Migración
- Distribución rural/urbano de la población
- Tendencias de desarrollo urbano

## ¿Qué buscar en la sección de Análisis de Impactos de un EIA?

El impacto social debe considerar la información de base relacionada al menos en las siguientes cuatro áreas:

1. Cambios en el acceso y control sobre los recursos locales (tierra, agua). Competencia creciente entre la población local y las actividades productivas por energía, servicios básicos (salud, educación, salubridad) y acceso a los recursos hídricos.
2. Cambios en las características de la población (tamaño, composición, tradiciones, actividades productivas).
3. Percepciones divergentes entre los tomadores de decisión, la compañía minera y la población local acerca de las desigualdades en la distribución de los beneficios económicos y los costos socio-ambientales de una gran operación minera.
4. Propiedad de la tierra, usos de la tierra.

La reubicación involuntaria de la población es un problema social mayor. En este caso, el EIA debe contener información detallada sobre compensaciones, planes de reubicación, lugares alternativos de reubicación y la información necesaria sobre las condiciones que garantizarían a la población una calidad de vida similar o mejor que el que ya poseen. Otra situación especial en la que la reubicación es considerada es cuando estas áreas cuentan aparentemente con poca presencia de actividad humana, pero son usadas por la población local para la caza (no recreacional), pesca, y recolección de productos silvestres necesarios para su sostenimiento y subsistencia.

## Preguntas clave en la valoración de los impactos sociales

- ¿Cómo se ha valorado los usos de la tierra y el acceso a los recursos ambientales (tierra, agua)?

- ¿El análisis considera los cambios en los medios de subsistencia y los ingresos? ¿Cómo es que el estudio evalúa los efectos a corto, mediano y largo plazo sobre los ingresos de la población y la economía local?
- ¿Qué fuentes se han utilizado para sustentar la evaluación del impacto social? ¿El estudio ha usado encuestas? ¿Quiénes participaron en la encuesta? ¿Qué preguntas se hicieron? ¿Cómo fueron hechas esas preguntas?
- ¿El estudio incluye las preocupaciones de la población local?
- Si el estudio menciona encuestas y entrevistas ¿la población fue informada acerca del uso y propósito? ¿Qué métodos se utilizaron? Para llevar a cabo esas encuestas, ¿la muestra poblacional es representativa?
- ¿Cómo se describen los hallazgos positivos y negativos?
- ¿La evaluación de impacto social considera los impactos de largo plazo (incluyendo los posteriores al cierre)?

### 3.4.7.1 Análisis de costo-beneficio

Algunas leyes y/o guías para la industria minera exigen un análisis de costo-beneficio en los estudios de EIA. Existen distintos puntos de vista sobre lo que debería incluir en un análisis de costo-beneficio. Usualmente el análisis de costo-beneficio ha significado costo-beneficio “económico” pero este enfoque ha sido cuestionado por grupos de personas que demandan incluir un análisis de costo beneficio social en los estudios ambientales. Por lo tanto, algunos estudios de EIA tienen secciones dedicadas al análisis de costo beneficio social. Estos análisis exploran las relaciones entre los beneficios socio-económicos de la minería en la forma de empleos, infraestructura, compensación por tierras, regalías e ingresos fiscales y los costos sociales por daño ambiental que perturben la calidad de vida de la población.

## 3.4.8 Impactos en la seguridad ciudadana

### 3.4.8.1 Análisis de la ruptura de la presa de relaves

Algunas veces las guías de EIA establecen claramente el requerimiento de un análisis de impactos en caso de fallas del depósito de relaves (análisis de las presas de relaves) a pesar que representa un riesgo con consecuencias graves y por lo general irreversibles en el ambiente y la salud pública si se rompe o falla.<sup>36</sup> Una característica frecuente de la mayoría de fallas de las presas de relaves es que los relaves tienden a licuefactarse y fluir a lo largo de grandes distancias, con la posibilidad de dañar la propiedad y la vida. Para poder evaluar el potencial de daños en una posible falla, es necesario poder predecir las características del flujo y la posible extensión del movimiento del derrame.<sup>37</sup>

De acuerdo a Danielka y Cervenanova,<sup>38</sup> las causas más frecuentes de ruptura de las presas de relaves son:

- Mal manejo de los relaves
- Falta de control del sistema hidrológico
- Error en la selección del sitio y en los estudios
- Bases mal hechas, falta de estabilidad de las pendientes aguas debajo de la presa
- Infiltraciones
- Rebalses
- Sismos

36 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD) (2001) “Tailings Dams, Risk of Dangerous Occurrences, Lessons Learnt From Practical Experiences.” Bulletin 121 <http://www.mineralresourcesforum.org/docs/pdfs/Bulletin121.PDF>

37 Jeyapalan, J. (2005) “Effects of fluid resistance in the mine waste dam-break problem.” International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics. Vol 7:1 <http://www3.interscience.wiley.com/journal/110559848/abstract?CRETRY=1&RETRY=0>

38 Danielka, P. and Cervenanova, E. (2007) “Tailing dams: risk analysis and management.” UNECE Workshop on Tailings Dams Safety. Yerevan, Armenia. [http://www.unece.org/env/teia/water/tailingdams/presentations/DanielkaRISK\\_ANALYSIS\\_OS\\_TAILING\\_DAMS\\_F.ppt](http://www.unece.org/env/teia/water/tailingdams/presentations/DanielkaRISK_ANALYSIS_OS_TAILING_DAMS_F.ppt)

¿La sección de análisis de impactos contiene un análisis de riesgo de los depósitos de relaves? Si la respuesta es no, las poblaciones locales pueden solicitar que se incluya un análisis de la seguridad de la presa de relaves. Si la respuesta es sí, entonces preste atención a los siguientes aspectos importantes:

### **Estabilidad de la presa de relaves, consideraciones sobre su infraestructura y diseño**

- ¿Ha considerado la influencia de factores ambientales y del clima? (lluvia, nieve, heladas)
- ¿Ha considerado el análisis factores tales como la sismicidad del lugar o la sismicidad inducida?
- ¿Cómo se han definido las condiciones geológicas y cuáles son las que se han considerado?
- ¿Cómo se seleccionó la ubicación de la presa de relaves?
- ¿El análisis comprende todas las etapas del proyecto (incluyendo el post-cierre)?

### **Causas indirectas, incluyendo error humano**

- ¿Qué medidas de control se han considerado?
- ¿Qué materiales se han considerado? Usted puede necesitar contactar a un experto sobre este tema en particular en caso la información no sea suficientemente clara.
- ¿El estudio incluye un plan de mantenimiento de la presa [o depósito] de relaves?

### **Consecuencias**

- ¿El depósito de relaves propuesto se encontraría cerca de zonas pobladas?

- ¿Se ha propuesto ubicar el depósito de relaves cerca de un curso importante de agua?
- ¿Se ha considerado la posibilidad del transporte por el aire del material particulado (que puedan afectar aguas superficiales, tierras de uso agrícola, viviendas, zonas de uso recreativo)?
- ¿Se ha considerado la toxicidad al ambiente y al público?

### **3.4.8.2 Tráfico**

Los proyectos mineros a gran escala comprenden el transporte intensivo de importantes cantidades de materiales, productos, equipos, trabajadores, suministros, etc. (las emisiones atmosféricas provenientes de los motores de los vehículos, incluyendo las emisiones de polvo fugitivas se verán en la sección 3.5.2). Sin embargo el transporte de materiales, equipos y otros en las operaciones mineras conllevan mas riesgos que deben ser atendidos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Los problemas clave son:

- Transporte de materiales peligrosos. El PMA debe establecer rutas, cantidades estimadas y responsabilidades en caso de accidentes y contingencias.
- Medidas detalladas para el control y reducción del riesgo de accidentes razonablemente en todos los enlaces de transporte (tren, carretera, transferencia en puerto, marinos, etc.)
- ¿Cómo se asegurará que el proyecto cumplirá con todas las regulaciones y requisitos establecidos a nivel nacional y local?

### **3.4.9 Impactos Acumulativos**

La Asociación Internacional de Impacto Ambiental (IAIA) define los impactos acumulativos como

aquellos que resultan del aumento o combinación de efectos de una acción en un lugar particular en un tiempo definido. De acuerdo con la EPA de los EEUU:

*“Los impactos acumulativos resultan cuando los efectos de una acción se suman a o interactúan con otros efectos en un lugar definido y durante un tiempo en particular. Es la combinación de estos efectos, y cualquiera degradación ambiental resultante, la que debe ser en foco del análisis de los impactos acumulativos. Si bien los impactos pueden definirse como directos, indirectos y acumulativos, el concepto de impactos acumulativos tiene en cuenta todas las perturbaciones por cuanto los impactos acumulativos resultan de juntar los efectos de todas las acciones a lo largo del tiempo. Por lo tanto los impactos acumulativos de una acción pueden verse como el total de efectos en un recurso, ecosistema, o comunidad humana de una determinada acción y todas las otras actividades que afectan al recurso sin importar la entidad (nacional o federal, no nacional o no federal, o privada) que está llevando a cabo la acción.”<sup>39</sup>*

No existe un método estándar para evaluar los impactos acumulativos, sin embargo, en vista de la importancia del tema, las guías nacionales para los estudios de EIA deben requerir la evaluación de los impactos acumulativos. De acuerdo a la EPA de los EEUU:

*“La evaluación de los impactos acumulativos no es sustancialmente diferente de la evaluación de los impactos directos o indirectos. El mismo tipo de consideraciones debe tomarse en cuenta para determinar las consecuencias ambientales de las alternativas para los impactos directos, indirectos o acumulativos. Una posible diferencia es que las evaluaciones de los impactos acumulativos comprenden una revisión más extensa y*

*amplia de los posibles efectos. Como en la revisión de los impactos directos o indirectos, la revisión de los impactos acumulativos es más efectiva cuando se hace al inicio del proceso, idealmente en la fase de scoping.”<sup>40</sup>*

Una posible diferencia es que la evaluación de los impactos acumulativos conlleva una revisión más amplia y extensa de los posibles efectos.

Como se señaló antes, es necesario revisar los requisitos legales para incluir los impactos acumulativos. Se espera que los proyectos mineros a gran escala consideren los impactos acumulativos como un tema relevante que debe incluirse en los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental. “El análisis debe ser consistente con los impactos potenciales, el recurso afectado, la escala del proyecto y otros factores”<sup>41</sup>.

Los temas clave incluyen:

- ¿El EIA trata de los efectos ambientales y sociales causados por más de una fuente?
- ¿El EIA ha realizado una evaluación de los posibles efectos en el ambiente humano que puedan aumentar por otras actividades productivas en la zona (por ejemplo, la presencia de una fundición)?
- ¿Se ha evaluado el significado y magnitud de los impactos en el agua, aire y suelos tomando en cuenta una fuente de contaminación a la vez?
- ¿Existe algún recurso en particular especialmente vulnerable al aumento de efectos de los contaminantes (suelos, agua, aire)?
- ¿Cómo se ha identificado el área geográfica? ¿Incluye todos los recursos potencialmente afectados por el proyecto?

<sup>39</sup> Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1999) “Consideration of Cumulative Impacts in EPA Review of NEPA Documents.” <http://www.epa.gov/compliance/resources/policies/nepa/cumulative.pdf>

<sup>40</sup> Idem  
<sup>41</sup> Idem

### **3.4.9.1 Impactos de acciones conectadas o relacionadas**

Algunas leyes de EIA pueden solicitar una evaluación de acciones conexas, tales como las vías ferroviarias para el transporte del mineral, la construcción de carreteras o caminos a la nueva mina, instalación de líneas de transmisión hacia la planta de proceso. Aun existe controversia sobre la fragmentación de un estudio de EIA o

que este incluya acciones conexas. Lo ideal sería que el EIA de un proyecto minero a gran escala trate estos temas o proporcione referencias e información sobre las evaluaciones realizadas a las actividades conexas tales como las mencionadas arriba y que considere estos análisis en la evaluación y predicción de los impactos del proyecto.



## 3.5 EVALUACION DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y LOS PLANES DE CONTINGENCIA

De acuerdo a la Agencia de Protección del Ambiente de los EEUU (EPA):

*“La mitigación de impactos mineros comprende aspectos relacionados con el lugar, las soluciones tecnológicas para eliminar la contaminación y programas de restauración. ...Lo más importante es la elección de la ubicación de las operaciones mineras y de las lagunas [canchas, tranques o embalses] de relaves para evitar hábitats de importancia, humedales, zonas riparias, y zonas de recarga. Las medidas específicas de mitigación dependen del tipo de minería y de los procesos específicos que causan impactos. Por lo general es mejor minimizar el área afectada por cuanto es poco probable que aun los suelos o sedimentos perturbados puedan restaurarse. Además de minimizar el área perturbada, las actividades deben evitar a tiempo perturbaciones en las plantas y animales cercanos durante periodos cruciales de su ciclo de vida.”<sup>42</sup>*

### 3.5.1 Protección de los recursos hídricos

#### 3.5.1.1 Medidas generales concernientes al drenaje ácido de mina

Los EIAs de proyectos mineros propuestos deben incluir un examen amplio de todas las medidas posibles para evitar graves consecuencias tales como el drenaje ácido de mina.

#### Generación de drenaje ácido de mina y prevención de la lixiviación de contaminantes versus el tratamiento

Es importante distinguir entre medidas diseñadas para prevenir los drenajes ácidos de mina – DAM

[N.T.: también llamados en inglés AMD acid mine drainage] desde el inicio –prevenir la formación de ácido sulfúrico a partir de compuestos azufrados presentes en los desechos y minimizar los impactos de los DAM mediante un tratamiento después que esto ocurre.

El DAM es como un genio en una botella: una vez que esta fuera, es casi imposible colocarlo nuevamente en la botella! Una vez que empieza el DAM, se alimenta de sí mismo y es casi imposible extinguirlo. El tratamiento del DAM debe continuar para siempre. Por lo tanto, el EIA debe enfatizar las medidas de mitigación para prevenir que se inicie la formación del drenaje ácido de mina. La CFI/Grupo del Banco Mundial recomienda las siguientes medidas para la prevención del DAM:

*“Llevar a cabo acciones preventivas de DAM y lixiviación de metales para minimizar el DAM incluyendo:*

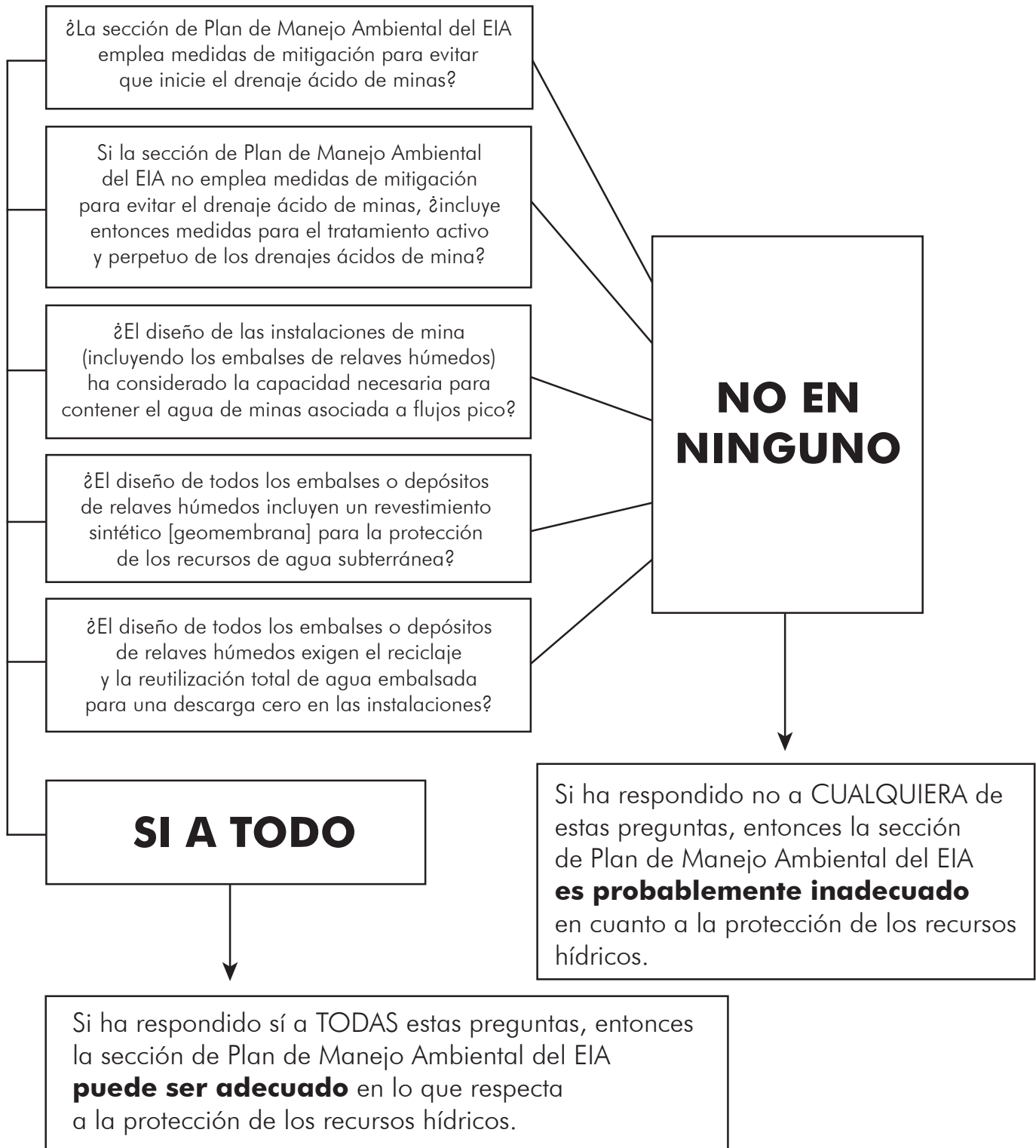
*“Limitar la exposición de PGA [materiales con potencial de generación de ácidos] mediante la planificación y ejecución por etapas del desarrollo y construcción, conjuntamente con la cubierta, y/o segregación de la escorrentía, la cual debe ser tratada:*

*“Implementar técnicas de manejo de aguas tales como cambios en el cauce de las escorrentías fuera de los materiales PGA y la segregación de escorrentías ‘sucias’ de los PGA para ser tratados posteriormente. Organizar las pilas de desechos PGA para evitar la formación de lagunas, charcos, y la infiltración. También retirar el agua tan pronto esta se acumule para evitar la generación de ácido.*

*“Realizar una disposición controlada de los materiales PGA (incluyendo desechos), a fin de crear condiciones permanentes que eviten*

<sup>42</sup> Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1999) “Considering Ecological Processes in Environmental Impact Assessments.” <http://www.epa.gov/compliance/resources/policies/nepa/ecological-processes-eia-pg.pdf>

### DIAGRAMA DE FLUJO 3.4 - Evaluación de las medidas de protección de los recursos hídricos



el contacto con el oxígeno o agua incluyendo las siguientes:

*“Sumergir y/o inundar los materiales PGA mediante la ubicación de materiales PGA en un ambiente anóxico (libre de oxígeno), por lo general debajo de una cubierta de agua.*

*“Aislar los materiales PGA por encima de los acuíferos mediante el uso de una cubierta impermeable que limite la infiltración y la exposición al aire. Las cubiertas por lo general son menos de interés en climas áridos donde la precipitación es limitada, y deben ser adecuadas para el clima y vegetación existente (si es el caso).*

*“Se pueden emplear mezclas de materiales PGA con materiales alcalinos o no-PGA para neutralizar la generación de ácido, si es conveniente. La mezcla debe estar de acuerdo con la caracterización de cada uno de los materiales que conforman la mezcla, la proporción de materiales alcalinos con los de capacidad de generación de ácidos, el registro de casos de operaciones fallidas, y la necesidad de pruebas cinéticas a largo plazo.”<sup>43</sup>*

### **3.5.1.2 Manejo de aguas**

Una empresa debe demostrar que el EIA de un proyecto minero tiene un entendimiento detallado y adecuado de las condiciones hidrológicas y meteorológicas que determinan la naturaleza del movimiento del agua a través de la mina. Como explica Ambiente Australia:

*“El agua es parte integral de virtualmente todas las actividades mineras y típicamente el medio preponderante, además del aire, que puede conducir contaminantes en el ambiente. Por lo tanto, las prácticas adecuadas de manejo de aguas son fundamentales para que la mayor parte de operaciones mineras logren*

las mejores prácticas ambientales.”<sup>44</sup>

La CFI /Grupo del Banco Mundial explica lo siguiente:

*“Las minas pueden usar grandes cantidades de agua, mayormente en las plantas de proceso y actividades relacionadas, pero también la emplean para la supresión de polvo, entre otros usos. Se pierde agua a través de la evaporación en el producto final pero se dan las mayores pérdidas generalmente en los flujos de relaves. Todas las minas deben enfocarse en el manejo adecuado de su balance de aguas. Las minas con problemas por excesos en las fuentes de agua, tales como en ambientes tropicales húmedos o en zonas donde exista nieve o deshielos, pueden experimentar flujos pico que requieren un manejo cuidadoso. Las prácticas recomendadas para su manejo incluyen:*

*“Establecer el balance de aguas (incluyendo probables eventos climáticos) para la mina y para los procesos relacionados, el circuito de la planta y el uso de este en el diseño de la infraestructura;*

*“Desarrollar un Plan de Manejo de Fuentes de Abastecimiento de Aguas para minimizar el impacto en los sistemas naturales mediante el manejo del agua, evitar el agotamiento de los acuíferos y minimizar los impactos en los usuarios del agua;*

*“Minimizar la generación de volúmenes de agua*

*“Considerar reusar, reciclar y tratar las aguas de proceso en tanto sea posible (por ejemplo, retornar el sobrenadante de las lagunas de lixiviación a la planta de proceso);*

*“Considerar el potencial impacto en el balance de aguas previo al inicio de cualquiera de las*

43 CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) “Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.” [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHS-Guidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHS-Guidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

44 Environment Australia (2002) “Overview of Best Practice Environmental Management in Mining: Water Management.” <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMWater.pdf>

actividades de deshidratación”<sup>45</sup>

Con respecto al establecimiento de un balance de aguas, el EIA de un proyecto minero propuesto debe aplicar criterios de diseño que acomoden los flujos pico (la cantidad de agua que puede entrar y salir de sitios específicos en un emplazamiento minero durante máximos eventos de lluvias previsible).

De acuerdo con Ambiente Australia:

*“Se necesita información sobre la intensidad-frecuencia-duración para estimar los picos de descarga en los análisis de drenaje e inundación...”*

*“Existen varios modelos hidrológicos disponibles para estimar ‘las descargas hidrográficas’, o las variaciones de descarga para un determinado lugar de interés en una zona de captación. Estos modelos incluyen ‘RORB’, ‘RAFTS’ y ‘URBS’, y se denominan modelos de ruta de escorrentía [llamados en inglés modelos runoff-routing]. Típicamente estos modelos pueden usarse para calcular el diseño de flujo reboses pico del almacén de agua en una mina hacia una quebrada o río.*

*“Los modelos de ruta de escorrentía [runoff-routing] simulan los procesos de escorrentía del agua de lluvia para un evento de tormenta seleccionado en una zona de captación de interés. La captación se divide en una variedad de sub-áreas en base a una red de drenaje. La intensidad apropiada de lluvias y el patrón de tiempo se selecciona para un evento de lluvias de interés [ver arriba], conjuntamente con la pérdida en los parámetros de lluvia que reflejen la pérdida de lluvia por infiltración. El evento de tormenta se divide incrementos de acuerdo a en una determinada cantidad de tiempo. Para cada incremento de tiempo, el modelo calcula la escorrentía superficial de una sub-área (por*

*ejemplo el exceso de lluvias) y las “rutas” que la escorrentía tomará para salir del sub-área. De esta manera, la escorrentía superficial se dirige progresivamente del sub-área a sub-área aguas abajo de la zona de captación durante la tormenta, permitiendo la descarga hidrográfica a ser generada en las zonas de interés.”<sup>46</sup>*

Las secciones siguientes de esta Guía tratan sobre las medidas de manejo de aguas con respecto a instalaciones específicas en unas minas en particular. El EIA para un proyecto minero propuesto debe mostrar que el diseño de las instalaciones para la contención de aguas de la mina tiene información correcta sobre los picos de flujo.

### **3.5.1.3 Control de la escorrentía de lluvia, sedimentos y erosión**

La erosión de suelos y los desechos de las minas en las aguas superficiales tienen serias consecuencias adversas en el ambiente. La CFI/ Grupo del Banco Mundial explica que:

*“Aspectos clave asociados con el manejo de la escorrentía de lluvia incluyen la separación del agua limpia de la sucia, minimizar la escorrentía, evitar la erosión de los suelos expuestos, evitar la sedimentación de los sistemas de drenaje y minimizar la exposición de áreas contaminadas a la escorrentía. Las estrategias recomendadas para el manejo de la escorrentía han sido ordenadas de acuerdo a las fases de la operación (aunque muchas medidas abarcan más de una fase incluyendo la fase de desmantelamiento y la fase de cierre). Como tal, desde la exploración en adelante, las estrategias de manejo incluyen:*

- *Reducir la exposición de los materiales que generen sedimentos al agua o al viento (por ejemplo una adecuada ubicación de las pilas de suelos y rocas);*

45 CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) “Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.” [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHS-Guidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHS-Guidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

46 Environment Australia (2002) “Overview of Best Practice Environmental Management in Mining: Water Management.” <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMWater.pdf>

- Desviar la escorrentía de las zonas no perturbadas alrededor de las zonas perturbadas incluyendo las zonas que han sido clasificadas, sembradas o donde se han sembrado semillas.
- Reducir o prevenir el transporte de sedimentos hacia áreas fuera de las instalaciones (por ejemplo, el uso de pozas de decantación, vallas de sedimentos);
- Proteger los drenes o canales de escorrentía, canaletas. Estos deben estar protegidos contra la erosión mediante una combinación de dimensiones adecuadas, técnicas para fijar un límite de las pendientes, y mediante el uso de membranas.
- Las instalaciones temporales de drenaje deben diseñarse para periodos de recurrencia de 100 años/24 horas. Los requisitos de diseño para las estructuras de drenaje temporal deben adicionalmente ser definidas en base a los riesgos a los que está expuesta, considerando el tiempo de vida de las estructuras de desvío, así como los intervalos de recurrencia de cualquiera de las estructuras que drenen hacia estas.

“A partir de la construcción en adelante, recomendamos estrategias de manejo que incluyan:

- El establecimiento de zonas ribereñas;
- La implementación a tiempo de una combinación adecuada de técnicas de creación de contornos, terrazas, reducción/minimización de pendientes, límite de la velocidad de escorrentía e instalaciones apropiadas de drenaje que reduzcan la erosión en zonas activas como inactivas;
- Los caminos de acceso y de acarreo deben tener gradientes o ser sometidos a un tratamiento de superficies para limitar la erosión, y se deben instalar sistemas de drenajes en los caminos;

- Las instalaciones deben diseñarse para toda la carga hidráulica, incluyendo las contribuciones aguas arriba de las zonas de captación y zonas no intervenidas por la mina.

- Deben diseñarse y mantenerse instalaciones para la decantación de escorrentía de lluvia conforme a las buenas prácticas de ingeniería aceptadas internacionalmente, incluyendo suministros para capturar escombros y materiales flotantes. Las instalaciones para el control de sedimentos deben diseñarse y operar para una descarga final de sólidos totales suspendidos (STS) de 50 mg/l y otros parámetros aplicables y valores guía en la sección 2.0, teniendo en consideración las condiciones iniciales y las oportunidades generales de mejoramiento de la calidad de agua del cuerpo de agua receptor. La calidad de agua de descarga debe también ser consistente con el uso del cuerpo de agua receptor.

“Desde las operaciones en adelante, recomendamos estrategias de manejo que incluyan:

- La categorización de las zonas perturbadas, incluyendo la preparación de las sobrecapas o cubiertas de material antes de la aplicación de las capas finales del medio de crecimiento, deben colocarse a lo largo del contorno lo más posible de manera que se logre hacerlo de manera segura y práctica.
- La revegetación de zonas perturbadas incluyendo los semilleros deben hacerse inmediatamente después de la aplicación del medio de crecimiento para evitar la erosión.”<sup>47</sup>

El PMA debe incluir una descripción detallada de la manera cómo empleará las estrategias descritas arriba para prevenir la erosión de los

47 CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) “Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.” [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHS-Guidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHS-Guidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

suelos y los desechos de mina en las aguas superficiales.

#### **3.5.1.4 Manejo de los botaderos de roca de desecho**

La CFI /Grupo del Banco Mundial recomienda las siguientes medidas para el manejo de los botaderos de roca de desecho a fin de proteger la calidad del agua.

*“La sobrecapa o escombros y desecho de roca por lo general se dispone en botaderos para tal fin. El manejo de estos botaderos durante el ciclo de vida de la mina es importante para proteger la salud humana, la seguridad y el ambiente. Se recomiendan las siguientes medidas de manejo los botaderos de rocas de desecho para proteger la calidad del agua.*

*“Los botaderos deben planificarse en terrazas apropiadas y alturas específicas en base a la naturaleza del material y consideraciones geotécnicas locales para minimizar la erosión y reducir los riesgos a la seguridad;*

*“Se debe realizar un manejo de desechos considerados material con Potencial Generador de Ácido (PGA) de acuerdo a las guías.*

*“Deben considerarse cambios potenciales de las propiedades geotécnicas en los botaderos debido a la catalización por acción del clima, agentes químicos y biológicos. Esto puede reducir significativamente los desechos húmedos de acuerdo al tamaño del grano y mineralogía, resultando en proporciones de la fracción de arcilla y una estabilidad significativamente reducida hacia una falla geotécnica. Estos cambios en las propiedades geotécnicas (cohesión, ángulo de fricción interno) se aplican especialmente a las instalaciones que no han sido desmanteladas con un sistema de cubiertas adecuado, lo cual puede prevenir la precipitación del percolado hacia el botadero. El diseño de nuevas instalaciones debe prever tales potenciales de deterioro de las propiedades geotécnicas con*

*altos factores de seguridad. Las evaluaciones de estabilidad/seguridad de las instalaciones existentes debe tomar en cuenta estos cambios potenciales.”<sup>48</sup>*

El PMA debe incluir una descripción detallada de cómo va a incluir las medidas descritas para prevenir impactos en la calidad del agua provenientes de la sobrecapa y los botaderos de roca de desecho.

#### **3.5.1.5 Manejo de los tajos abiertos y prevención del lago en el tajo**

Debido a que los lagos de relleno de los tajos pueden causar impactos importantes en el ambiente, las empresas mineras no deberían permitir la formación de un lago en el tajo abierto. En lugar de ello, los tajos deben ser rellenados. (Ver sección 3.7.4.2). El PMA debe incluir una descripción de la manera como el tajo abierto será manejado de forma que pueda permitir su llenado y eventual remodelación para recrear lo máximo posible, las condiciones anteriores a la mina.

#### **3.5.1.6 Manejo de los depósitos de relaves húmedos**

Como se ha visto en la Sección 3.2.1.3, la opción preferida para resguardo del ambiente es la deshidratación de relaves y su uso como material de relleno. Como tal, el PMA no necesita discutir el manejo del embalse de relaves húmedos. Sin embargo, si un EIA para un proyecto minero comprende la creación de un embalse de relaves húmedos, entonces la CFI /Grupo del Banco Mundial recomienda las siguientes medidas para el manejo de dichas instalaciones a fin de proteger la calidad del agua:

- *“Todos los canales de desvío, canaletas para las aguas desviadas de las zonas de captación fuera de las estructuras de relaves deben construirse de acuerdo a los estándares de intervalos de recurrencia de inundaciones delineados en esta Sección;*

---

48 Idem

- Una de las consideraciones clave para el diseño y operación de las instalaciones de almacenamiento de relaves es el manejo de infiltración y un análisis de la estabilidad relativa. Es posible que se requiera de un piezómetros específico basado en sistemas de monitoreo para los niveles agua de infiltrada dentro de la estructura de la pared y aguas debajo de esta, el que debe mantenerse a lo largo del ciclo de vida;
- Considerar la descarga cero en las instalaciones de relaves y el término de un balance de agua a cabalidad y evaluación de riesgos para el circuito de proceso de la mina incluyendo los reservorios de almacenamiento y presas de relaves. Considerar el uso de cubiertas naturales o sintéticas para minimizar los riesgos;
- Las especificaciones del diseño deben tener en cuenta los eventos de máximas inundaciones y los bordes para contener con seguridad (dependiendo de los riesgos específicos del lugar) a lo largo del tiempo de vida previsto para la presa de relaves, incluyendo la fase de cierre;
- Un sistema de disposición en tierra que puede aislar al material generador de lixiviado ácido de la oxidación o del agua que logre percolarse, tales como los embalses de relaves con presa y consiguiente deshidratación y cubierta. Las alternativas de disposición en tierra deben diseñarse, construirse y operarse conforme a los estándares de seguridad geotécnicos reconocidos internacionalmente.<sup>49</sup>

El PMA debe incluir una discusión sobre cómo será manejado el embalse de relaves húmedos (si se propone) de acuerdo a los principios arriba mencionados.

### **3.5.1.7 Manejo de las instalaciones para lixiviación**

La CFI /Grupo del Banco Mundial recomienda

las siguientes medidas para el manejo de las instalaciones de lixiviados con el fin de proteger la calidad del agua:

- “Los operadores deben diseñar operar los procesos en las pilas de lixiviación [de tal manera que]:
- Se debe prevenir las infiltraciones de soluciones tóxicas lixiviadas mediante cubiertas adecuadas y sistemas de sub-drenaje para coleccionar o reciclar la solución para su tratamiento, y minimizar la infiltración al suelo;
- Diseñar la instalación de sistemas de tuberías que lleven las soluciones preñadas y que estos contengan un sistema de contención secundario.
- Se debe instalar equipos de detección de fugas en las tuberías y sistemas de la planta acompañados de sistemas de respuesta a fugas adecuados;
- Se debe proteger las lagunas de almacenamiento de las soluciones de proceso y otros embalses diseñados para contener aguas no frescas o efluentes del proceso de lixiviación no tratados mediante cubiertas o membranas, y deben equiparse con suficientes pozos para permitir el monitoreo de los niveles y calidad del agua;

“Las medidas recomendadas para el manejo del desecho de las pilas de lixiviación incluyen las siguientes:

- La recolección y tratamiento del lixiviado debe continuar hasta lograr alcanzar los valores establecidos en los estándares de efluentes y estos deben ser consistentes con los valores guía;
- Las pilas de lixiviación desmanteladas deben utilizar una combinación de sistemas de manejo de superficie, recolección de la infiltración, y sistemas de tratamiento activo o pasivo para asegurar que se mantenga la calidad del agua posterior al cierre de

49 Idem

operaciones...”<sup>50</sup>

El PMA debe incluir una descripción de la manera como las instalaciones de lixiviación van a incluir las prácticas arriba recomendadas.

### 3.5.2 Protección de la calidad del aire y niveles de ruido

La CFI /Grupo del Banco Mundial explica:

*“El manejo de la calidad del aire en sitios mineros es importante en todas las etapas del ciclo de vida de la mina, Las emisiones que son transportadas por el aire pueden darse durante cada una de las etapas del ciclo de la mina, aunque se dan particularmente durante la exploración, desarrollo, construcción y actividades durante operación. Las principales fuentes incluyen polvo fugitivo de las voladuras, superficies expuestas tales como las instalaciones donde se encuentran los relaves, pilas de materiales, botaderos de desechos, caminos de acarreo de materiales, infraestructuras, y en menor grado los gases de la combustión de fuentes estacionarias y equipos móviles.”<sup>51</sup>*

El PMA debe describir las medidas de control de la contaminación del aire, incluyendo las medidas específicas para el control de polvo fugitivo, ruido y control de vibraciones.

#### 3.5.2.1 Control de emisiones fugitivas de polvo

La CFI /Grupo del Banco Mundial recomienda las siguientes medidas para el control de emisiones fugitivas de polvo en las operaciones mineras:

*“Las emisiones fugitivas provenientes de las superficies secas de las partes secas en las instalaciones de contención de relaves, botaderos de desechos, pilas de materiales, y otras áreas expuestas deben minimizarse. Se recomienda estrategias para el manejo de polvo tales como:*

- Técnicas de supresión de polvo (aspersión de agua, uso de cubiertas climatizadas, aditivos aglomerantes) en los caminos y zonas de trabajo, optimizar los patrones de tránsito y reducción de la velocidad de vehículos;
- Se deben replantar y cubrir pronto los suelos expuestos y otros materiales erosionables;
- Solamente deben descubrirse y desbrozar áreas nuevas cuando sea absolutamente necesario.
- Las superficies deben replantarse o tomarse medidas para evitar la formación de polvo cuando sean inactivas;
- El almacenamiento de material polvoriento debe hacerse en instalaciones cerradas u operarse con medidas eficientes de supresión del polvo.
- La carga, transferencia y descarga de materiales debe realizarse a alturas o caídas mínimas, y deben protegerse del viento, así como considerar el uso de sistemas de aspersión para la supresión del polvo.
- Las mangas transportadoras de material en polvo deben estar cubiertas y equipadas con las medidas para limpiar las mangas de retorno.”<sup>52</sup>

El PMA debe incluir estas medidas como sea apropiado para controlar las emisiones fugitivas de polvo.

#### 3.5.2.2 Control del ruido y vibraciones

La CFI/Grupo del Banco Mundial explica:

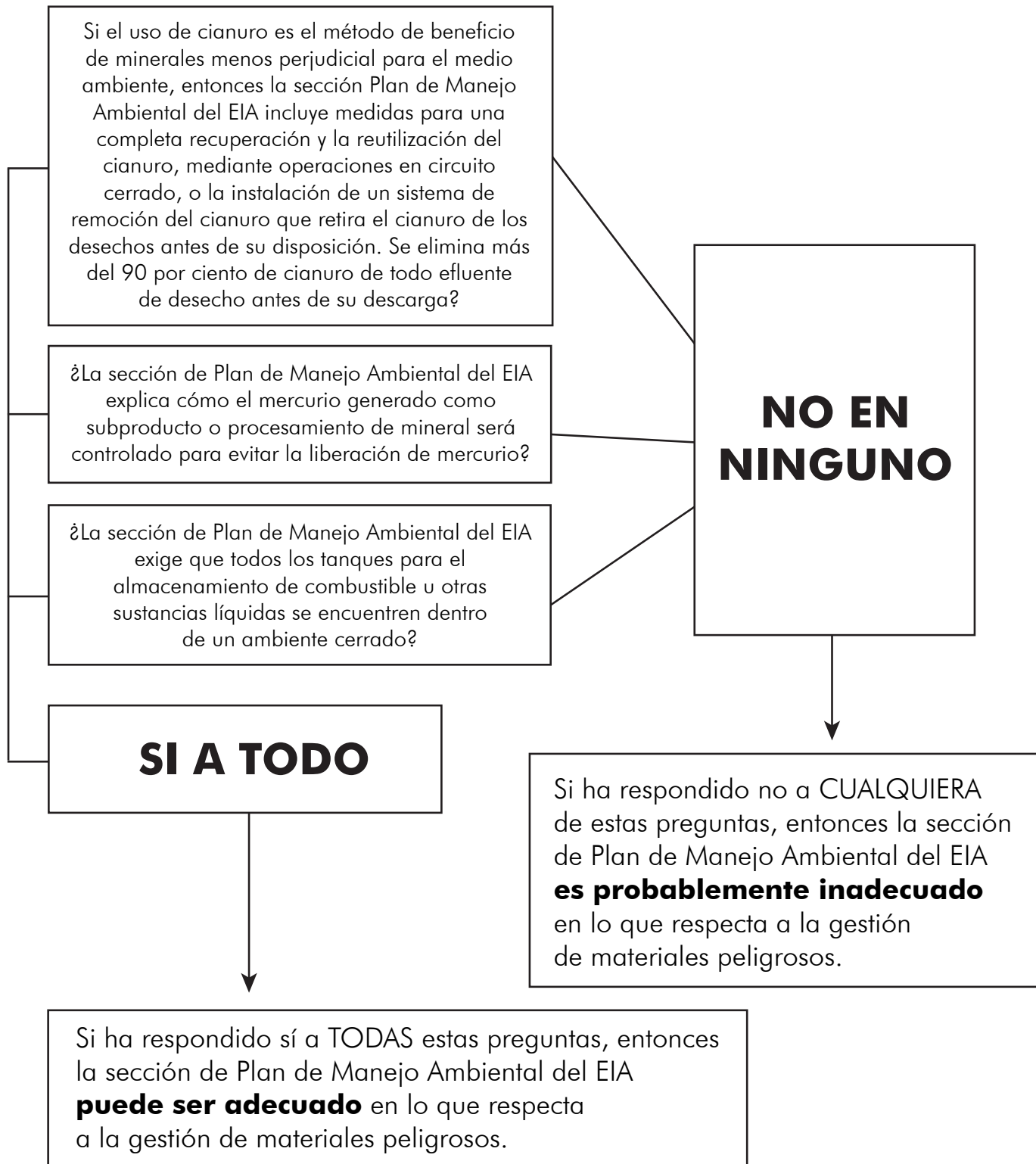
*“Las fuentes de emisión de ruidos asociadas a los procesos mineros pueden incluir el ruido proveniente del motor de los vehículos, carga y descarga de roca, durante el volteo, descarga, generación de energía y otras fuentes relacionadas con la construcción*

50 Idem  
51 Idem

52 Idem



### DIAGRAMA DE FLUJO 3.5 - Evaluación de cuán adecuadas son las medidas propuestas para el manejo de los materiales peligrosos



y actividades mineras. Otros ejemplos adicionales de fuentes de ruido incluyen las excavaciones, rasgadas, perforaciones, voladuras, transporte (incluyendo los corredores de trenes, caminos, mangas transportadoras) operaciones de chancado, molienda, y almacenamiento. Se deben establecer buenas prácticas para la prevención y control en las fuentes de generación de ruido considerando los usos de tierras y a proximidad a receptores de ruido tales como comunidades o zonas utilizadas por la comunidad. Entre las estrategias de manejo se encuentran las siguientes:

- “Las plantas de proceso deben ser ambientes cerrados y cuyo exterior cuente con revestimiento.
- Instalar barreras de sonido adecuadas y/o contención de ruido, con ambientes cerrados y cortinas en o cerca de los equipos (por ejemplo chancadores, molinos, y tamices).
- Instalación de barreras naturales en alrededor de las instalaciones, tales como barreras de vegetación y bermas de suelo.
- Optimizar las rutas de tráfico interno, particularmente para minimizar las necesidades del retroceso de vehículos (para evitar la alarma de retroceso) y maximizar las distancias a receptores sensibles cercanos.

*“Las vibraciones más significativas por lo general están asociadas a las voladuras; sin embargo hay equipos también pueden generar vibraciones. Las minas deben minimizar las fuentes de ruido más significativas, tales como las bases de los chancadores. Esto puede lograrse mediante un adecuado diseño. Se recomiendan las siguientes medidas para las emisiones asociadas a las voladuras (por ejemplo las vibraciones, rocas, presión):*

- Se debe usar la excavación mecánica en tanto sea posible, para evitar el uso de explosivos;

- Usar planes específicos para las voladuras, corregir los procedimientos de carga y proporción de voladuras, usar detonantes retardados/ micro-retardados o electrónicos, y realizar pruebas de voladuras específicas in situ (el uso de detonantes poco retardados, uso de barrenas, mejora la fragmentación y reduce las vibraciones del suelo).
- Crear un diseño de voladura que incluya un estudio de las superficies a detonar, para evitar las cargas sobreconfinadas, y un estudio de barrenos o tiros para verificar desviaciones y consiguientes reformulaciones de los cálculos para las voladuras;
- Implementación de controles de vibraciones y de excesos de presión con cuadrículas adecuadas de perforación;
- Diseñar adecuadamente las bases de los chancadores primarios y otras fuentes importantes de ruido.”<sup>53</sup>

El PMA debe incluir estas medidas siempre que sean las adecuadas para controlar el ruido y las vibraciones.

### **3.5.3 Manejo de materiales peligrosos**

En todas las operaciones mineras se usan combustibles líquidos de petróleo. Muchas operaciones mineras comprenden también el uso de cianuro y la co-producción de mercurio. Los PMA también deben incluir medidas para prevenir graves impactos que los derrames de cianuro, mercurio y petróleo ocasionen en el ambiente.

#### **3.5.3.1 Uso del cianuro**

El cianuro es potencialmente tóxico para los humanos y vida silvestre. La sección 3.2.1.2 describe las actividades mineras, mayormente las operaciones de oro y cobre, que comprenden el uso de grandes cantidades de soluciones

---

53 Idem

de cianuro. La CFI/Grupo del Banco Mundial recomienda:

*“El uso del cianuro debe ser consistente con los principios y estándares para las prácticas del Código Internacional para el Manejo del Cianuro. El Código del Cianuro incluye principios y estándares aplicables a varios aspectos relacionados al uso del cianuro incluyendo su adquisición (fuentes de abastecimiento), transporte, manejo/almacenamiento, usos, desmantelamiento de instalaciones, seguridad de los trabajadores, respuestas en caso de emergencia, entrenamiento, y consulta pública y transparencia de la información. El Código es un programa voluntario de la industria desarrollado a través de un diálogo entre las partes de interesadas bajo el auspicio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y administrado por el Instituto Internacional para el Manejo del Cianuro.”<sup>54</sup>*

Sin embargo el Código Internacional para el Manejo del Cianuro se considera de cierto modo un conjunto de medidas que resultan ser débiles para la protección de la seguridad pública y vida acuática. Sin embargo, por lo general es consistente con los protocolos para el uso del cianuro en la mayoría de países.

Otro problema con el cianuro es que moviliza el mercurio en la forma de complejos de cianuro de mercurio (al igual que otros metales que pueden formar complejos con mercurio), y estas concentraciones pueden ser muy altas en los fluidos de proceso y en lagunas.

El mercurio debe medirse regularmente y debe protegerse de la exposición al mercurio a la vida silvestre, trabajadores y residentes de los alrededores, sea este mercurio en los fluidos del proceso, como por la volatilización del mercurio en los depósitos de relaves y operaciones de lixiviación. Se observa también la presencia de

arsénico y antimonio en los fluidos de proceso con elevado pH. Estos deben medirse e informarse mensualmente.

El PMA debe incluir un compromiso mediante el cual la empresa minera haga uso del cianuro conforme a los principios y estándares del Código Internacional para el Manejo del Cianuro. Sin embargo, este compromiso es muchas veces insuficiente para proteger la seguridad pública y a la vida acuática. El manejo del cianuro debe incluir opciones para el tratamiento y remoción del cianuro hasta alcanzar concentraciones que no sean tóxicas en un nivel agudo o crónico.

El PMA debería incluir también, cuando sea factible, crear operaciones en un circuito cerrado (procesos con cero descarga) o instalaciones con sistemas de remoción de cianuro que retire el cianuro de los desechos antes de su disposición, y que retire el cianuro muy por debajo de 50 mg/L WAD (ácido débil dissociable) de cianuro en las pozas de proceso, y que remueva el cianuro muy por debajo de 0.05 mg/L de cualquier efluente de desecho antes de su descarga, con un flujo suficientemente tal que las concentraciones sean menores a 0.005 mg/L poco después de una zona de mezcla.

Las preocupaciones sobre el cianuro no terminan cuando la mina cesa operaciones. El cianuro por lo general se oxida a nitrato después del cierre, y las altas concentraciones de nitratos se observan con frecuencia en los fluidos de proceso que discurren de los depósitos de relaves y de las pilas, además de otras sales, y estos fluidos pueden manejarse de tal manera que el nitrato, en particular, y la sales, en general, no son liberadas hacia los cuerpos receptores de agua, o han sido tratadas para remover las sales, antes de su liberación.

### **3.5.3.2 Manejo del mercurio**

La mayoría de proyectos mineros de oro y otros proyectos mineros de otros metales tienen el potencial de liberar mercurio en el ambiente. Un experto en minería de los EEUU explica:

<sup>54</sup> CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) “Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.” [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHS-Guidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHS-Guidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

*“La liberación de mercurio en el ambiente se relaciona con la coexistencia de mercurio en muchos yacimientos de oro en Nevada, y a la liberación durante el proceso del mineral. El mercurio aparece como sub-producto en las minas de oro de Nevada, y es la más grande fuente de mercurio nuevo en los EEUU... Tanto el oro y los complejos de cianuro de mercurio son atrapados en el carbón y recuperados durante el proceso. El mercurio se destila (en retortas) del oro y se colecta como mercurio líquido y se vende en frascos (76 libras).”<sup>55</sup>*

Estos expertos en minería recomiendan:

*“Se necesitan más medidas estrictas y precisas para el manejo del mercurio en la minería metálica. En vista de la complejidad de las fuentes de emisión de mercurio, deben realizarse evaluaciones sistemáticas de los métodos usados para determinar los niveles de emisión de mercurio y sus concentraciones.*

*“Se recomiendan nuevos sistemas para hacer un mejor balance de masas y evaluaciones precisas de la liberación del mercurio. Esto incluye precisar del mercurio presente en el mineral, el mercurio en los fluidos del proceso, y del mercurio que es enviado a las instalaciones de relaves. La cantidad de mercurio en el mineral debe ser tomada en cuenta para una evaluación del ciclo de vida. Debe reportarse la producción de mercurio como sub-producto y sus ventas.”<sup>56</sup>*

La CFI /Grupo del Banco Mundial recomienda:

*“Muchos productores de metales preciosos funden el metal en el sitio antes de enviarlo para su refinado. Por lo general el oro y la plata se producen en pequeños hornos de fundición / flujo que producen pocas*

*emisiones pero que tienen el potencial de liberar emisiones con mercurio de ciertos minerales. Se deben realizar pruebas antes de fundir para determinar si se requiere el uso de retortas para recuperar el mercurio.”<sup>57</sup>*

El PMA de cualquier proyecto minero tiene que evaluar el potencial de liberar mercurio, incluir medidas especiales para prevenir la liberación de mercurio al ambiente. Si el mineral metálico extraído contiene trazas significativas de mercurio, entonces el PMA debe explicar cómo el mercurio generado como sub-producto o el proceso del mineral serán controlados para prevenir la liberación de mercurio.

En años recientes, el estado de Nevada en los EEUU, implementó un programa que requiere mediciones de las emisiones de mercurio de cualquier unidad por separado que esté involucrada en el proceso del oro. Las fuentes de emisiones importantes incluyen los procesos en las lagunas de lixiviación y embalses de relaves, tostadores, autoclaves, hornos de regeneración del carbón, circuitos de electro-deposición, retortas, y otras unidades de la refinería. Existe a disposición una gran variedad de sistemas de captura de mercurio.

Para los proyectos mineros que comprenden el proceso de minerales usando cianuro, el mercurio recuperado se reporta y se vende solamente a compradores calificados. El mercurio recuperado de minas de metales preciosos no debe venderse en el mercado donde exista la posibilidad que sea usado para amalgamar metales preciosos, debido a la alta probabilidad que este mercurio simplemente sea liberado a los ecosistemas acuáticos o de lo contrario evaporado como parte del esquema de recuperación del oro.

### **3.5.3.3 Almacenamiento de combustible y sustancias líquidas**

La Comisión de Recursos Hídricos de Australia

55 Miller, G. y Jones, G. “Mercury Management in Modern Precious Metals Mines.” Glenn Miller and Greg Jones – Departamento de Recursos Naturales y Ciencias Ambientales, Universidad de Nevada, Reno. <http://wman-info.org/resources/conferencepresentations/Mercury%20and%20Mining%2028Glenn%20Miller%29.ppt>

56 Idem

57 CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) “Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.” [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHS-Guidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHS-Guidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

describe los siguientes impactos potenciales como resultado de prácticas inadecuadas para el almacenamiento de combustibles y sustancias líquidas por empresas mineras.

*“Sustancias químicas, incluyendo corrosivos, sustancias tóxicas, salmueras e hidrocarburos, pueden escapar de las instalaciones de almacenamiento de diversas maneras, tales como:*

- *Falta de instalaciones de contención.*
- *Mala construcción o deterioro de las instalaciones de contención*
- *Operaciones inadecuadas del mantenimiento de equipos*
- *Prácticas deficientes en el mantenimiento de las instalaciones*
- *Daño por accidente*
- *Vandalismo deliberado*

*“La liberación o derrame en el ambiente de tanques puede afectar adversamente la calidad de los recursos hídricos.”<sup>58</sup>*

Para prevenir estos impactos, la Comisión de Recursos del Agua de Australia recomienda las siguientes medidas en los almacenes de combustibles y sustancias líquidas en las minas.

*“Ubicación de los tanques: No deben construirse instalaciones sobre el suelo: en las zonas de protección de reservorios o cabezas de pozos dentro de las Zonas de Fuentes de Agua de Bebida de Uso Público; en tierras que se inundan estacionalmente a menos que se coloque un relleno que proteja los tanques contra inundaciones y las bases contra la erosión; en llanuras por ejemplo zonas que puedan ser afectadas por inundaciones de 1 pulgada/año; a menos de 30 metros del banco de cualquier cuerpo de agua estacional o línea de drenaje de agua superficial; y*

*dentro de 100 metros del banco de cualquier cuerpo de agua permanente.*

*“Todas las instalaciones deben estar a un metro de distancia entre la superficie terminada de suelo y el nivel histórico máximo de aguas subterráneas.*

*“Diseño del tanque: Todos los tanques deben construirse y ubicarse dentro de un área cerrada que siga los Estándares Australianos AS 1940 – Almacenamiento y manejo de líquidos inflamables y combustibles y AS 1692 – Tanques para líquidos inflamables y combustibles.*

*“Diseño de un terraplén dentro de un recinto” Todo tanque de almacenamiento debe ubicarse dentro de un terraplén dentro de un recinto. El recinto debe extenderse suficientemente más allá del perímetro del tanque (cuando se proyecte el terraplén) de modo que cualquier salida abundante de líquido de alguna perforación en el tanque o equipo de proceso pueda contenerse. El terraplén debe tener una cubierta con material de baja permeabilidad (menos de 10<sup>-9</sup> m/s) que no sea afectado al contacto con los químicos o combustibles almacenados. Cuando se permita en zonas con Fuentes de Abastecimiento de Agua de Bebida, el terraplén debe construirse con concreto reforzado a prueba de agua o algún equivalente aprobado. El terraplén cerrado debe construirse o protegerse de manera que permita una completa recuperación de derrames del tanque y asegurar que el material de cubierta no se dañe. El terraplén confinado debe tener suficiente capacidad para contener fugas de los tanques de almacenamiento y no rebasarse durante lluvias extremas. Esta capacidad debe equivaler a no menos del 110% de capacidad del tanque más grande dentro del recinto y al menos 25% del total de la capacidad de todos los tanques para un sistema de tanques múltiple que no tenga conexiones de tuberías ensambladas entre los tanques. Debe considerarse cualquier volumen de*

58 Australia Water and Rivers Commission (2000) “Water Quality Protection Guidelines for Mining and Mineral Processing – No. 10: Above-ground fuel and chemicals storage.” <http://www.water.wa.gov.au/PublicationStore/first/10142.pdf>

*objetos adicionales almacenados dentro del recinto. El recinto debe también contener, cuando está descubierto, suficiente cubierta para contener lluvias de 1 pulgada-20 años de retorno a frecuencia de tormentas de 72 horas y tanques de 110% de contenido. Todo el equipo del proceso debe estar sujeto a mantenimiento de rutina (válvulas, medidores, bombas, calibradores), deben ubicarse dentro del recinto. Deben instalarse medidas de seguridad correspondientes para prevenir la contaminación deliberada de aguas subterráneas por intrusos aun cuando el sitio no esté vigilado.”<sup>59</sup>*

El PMA debe incluir estas medidas para el almacenamiento de combustibles y sustancias líquidas.

### **3.5.4 Protección de la vida silvestre**

Las mejores medidas para la protección son aquellas que evitan los impactos en el hábitat

---

59 Idem

y especies silvestres. No hay nada que obligue a una mina a extraer la totalidad del mineral en el yacimiento. Los proyectos mineros no deben vulnerar áreas protegidas u otras zonas ecológicamente sensibles o críticas, aun si esto significa dejar parte del yacimiento de mineral en el suelo.

Las medidas de mitigación tales como los programas para la reubicación de especies silvestres, rara vez son efectivos y el PMA no debe asumir que la reubicación de especies silvestres tenga éxito.

Para los proyectos mineros que generen pilas de desechos tóxicos o embalses de aguas tóxicas, el PMA debe proponer el uso de barreras, tales como vallas y redes, para prevenir que los animales y aves sean afectados por la exposición a sustancias tóxicas presentes en los desechos mineros.

---

## **3.6 EVALUACION DEL PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL**

Todas las promesas del EIA corren el riesgo de ser una mera ilusión a menos que este también establezca las medidas mediante las que la compañía minera y/o los funcionarios del gobierno responsable monitorearan el desempeño del proyecto minero y su impacto sobre el ambiente. Como explica Conservación Internacional:

*“El programa de monitoreo debería ser parte del sistema completo del manejo ambiental de la compañía, y debería responder directamente a los problemas ambientales identificados en el EIA realizado antes de que empiecen las operaciones. El programa de monitoreo debería ser desarrollado usando un conjunto de objetivos, los compromisos de la compañía y las condiciones existentes. El programa debería detallar el plan de trabajo,*

*las responsabilidades del personal de la mina, las medidas tomadas para el monitoreo y los sistemas de reporte. Los programas de monitoreo empiezan cuando se ha realizado los programas de muestreo de la línea de base a fin de caracterizar el ambiente previo al desarrollo. Los problemas ambientales abordados y manejados por el plan generalmente se relacionan a problemas tales como el despejar el terreno y la tierra superficial, agua, roca de desecho, relaves, desechos peligrosos, biología (especies, riesgos de salud, biodiversidad) polvo, ruido y transporte.”<sup>60</sup>*

El Plan de Monitoreo Ambiental necesita ofrecer todos los detalles de donde, cuando, que y

---

<sup>60</sup> Conservación Internacional (2000) “Lightening the Lode: A Guide to Responsible Large-scale Mining.” <http://www.conservation.org/sites/celb/Documents/lode.pdf>

con qué frecuencia la compañía minera va a monitorear la calidad del agua, aire y suelo en las áreas adyacentes del proyecto minero y la cantidad de contaminantes en los efluentes y emisiones que la compañía está liberando en el ambiente. El Plan de Monitoreo Ambiental de un EIA debe también especificar de qué manera esta información será alcanzada a los tomadores de decisión del gobierno y al público en general de tal forma que permita a los tomadores de decisión y al público determinar cada cierto tiempo que la compañía minera está cumpliendo con todas las promesas que el EIA pueda contener y con toda la normatividad ambiental y los estándares a los que debe sujetarse.

Por lo tanto, es importante asegurarse que el Plan de Monitoreo Ambiental de un EIA especifica que se informara toda la información proveniente del monitoreo. Es también importante asegurar que los ciudadanos de las comunidades afectadas formen parte de los quipos que se reúnen para monitorear el desempeño ambiental de las compañías mineras lo que puede ponerse en riesgo cuando las personas responsables de la minería incluyen únicamente a los representantes de las entidades industriales y/o gubernamentales.

### **3.6.1 Monitoreo de la calidad del agua**

Es esencial monitorear en qué medida la calidad del agua está cambiando dentro del lugar de la mina a fin de proteger la calidad del agua. Un programa de monitoreo de calidad del agua puede incluir que la compañía minera está cumpliendo las promesas de su Plan de Monitoreo Ambiental y está respondiendo a los problemas de calidad del agua antes de que sea demasiado tarde. De acuerdo al Departamento de Minerales y Energía de Australia Occidental:

*“El monitoreo de la calidad del agua en el lugar de la mina es una parte esencial del manejo ambiental de una operación minera y de procesamiento mineral. Esto permite que se evalúe la calidad del agua y el desempeño*

*de los contaminantes químicos. Los impactos no deseados pueden así ser detectados a sus inicios y remediados”*<sup>61</sup>

La sección de monitoreo de calidad del agua de un EIA debería suscribir los siguientes principios.

#### **3.6.1.1 Monitoreo de la calidad del agua superficial**

Para los proyectos mineros en Ontario, Canadá:

*“El monitoreo químico del agua superficial será guiado por lo siguiente:*

- 1. Descargas o filtraciones existentes en las fuentes en el sitio.*
- 2. Descargas o filtraciones existentes en los alrededores de la propiedad.*
- 3. Cuerpos de agua en el sitio y corriente abajo del sitio.*
- 4. Sitios de referencia previos a la actividad minera.”*<sup>62</sup>

De acuerdo a la CFI/Grupo del Banco Mundial: “La frecuencia del monitoreo debería ser suficiente para ofrecer data representativa del parámetro que está siendo monitoreado.”<sup>63</sup>

#### **3.6.1.2 Monitoreo de la calidad del agua subterránea**

De acuerdo a la Comisión de Recursos Hídricos de Australia:

*“El monitoreo es uno de los aspectos más importantes para proteger los recursos subterráneos. Esto se logra de mejor manera*

61 Australia Water and Rivers Commission (2000) “Water Quality Protection Guidelines for Mining and Mineral Processing - No. 5 Minesite water quality monitoring.”

62 ONTARIO REGULATION 240/00: Mine Development and Closure under Part VII of the Mining Act. [http://www.e-laws.gov.on.ca/html/regs/english/elaws\\_regs\\_000240\\_e.htm](http://www.e-laws.gov.on.ca/html/regs/english/elaws_regs_000240_e.htm)

63 CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) “Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.” [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHS-Guidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHS-Guidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

cuando se construye una red de perforaciones. Evaluar la calidad del agua subterránea antes de comenzar una operación ayuda a establecer las necesidades de manejo ambiental de un proyecto. El monitoreo llevado a cabo durante el proceso de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) puede también establecer los datos de línea de base por los que el desempeño ambiental de una operación puede ser evaluada. Los impactos ambientales no deseados pueden así ser detectados en una etapa temprana y ser remediados efectivamente...

*“Se requieren perforaciones tanto corriente arriba como corriente abajo (en la dirección del flujo del agua subterránea) a fin de monitorear los cambios en el nivel del agua y la calidad a través del lugar y monitorear el desempeño y estabilidad de los servicios de relaves.*

*“En las áreas de roca dura, los orificios deben estar ubicados dentro de las características geológicas que más probablemente conduzcan agua subterránea (por ejemplo, a lo largo de las fallas, dentro de las zonas erosionadas con suelo granulado grueso o con arena aluvial)...*

*“Deberían tomarse muestras de las perforaciones de monitoreo al menos cada tres meses para buscar indicadores de contaminación probable asociados con el proyecto”<sup>64</sup>*

### **3.6.1.3 Parámetros de monitoreo de calidad del agua**

En Ontario, Canadá, el monitoreo de los impactos de la calidad del agua debido a proyectos mineros debe incluir el análisis de los siguientes parámetros:

*“(a) pH; (b) conductividad; (c) sólidos totales*

*suspendidos; (d) sólidos totales disueltos; (e) alcalinidad; (f) acidez; (g) dureza; (h) cianuro; (i) amonio; (j) sulfatos; (k) aluminio (Al); (l) arsénico (As); (m) cadmio (Cd); (n) calcio (Ca); (o) cobre (Cu); (p) hierro (Fe); (q) plomo (Pb); (r) mercurio (Hg); (s) molibdeno (Mo); (t) níquel (Ni); y (u) zinc (Zn).”<sup>65</sup>*

A menos que una compañía minera pueda demostrar que un parámetro en particular no es relevante al proyecto minero, la sección del Plan de Monitoreo Ambiental del EIA de un proyecto minero debería exigir el monitoreo del agua superficial y subterránea para todos los parámetros arriba mencionados

### **3.6.2 Monitoreo de la calidad del aire**

Una operación minera debe tener un plan de monitoreo del aire a fin de registrar las emisiones de los contaminantes del aire más importantes. La selección y ubicación del equipo de monitoreo debería cumplir con las evaluaciones y especificaciones técnicas. Las condiciones del clima, la topografía, las áreas residenciales y, el hábitat de las especies determinarían en cada caso la ubicación del equipo de monitoreo de calidad del aire.

Los temas claves son:

- ¿El EIA posee un plan de monitoreo de calidad del aire?
- ¿Cuáles son los equipos y métodos utilizados?
- ¿Cuáles son los criterios que se han usados para seleccionar la ubicación de los puntos de monitoreo?
- ¿Con qué frecuencia se recogerá la data?

<sup>64</sup> Australia Water and Rivers Commission (2000) “Water Quality Protection Guidelines for Mining and Mineral Processing - No. 4: Installation of mine site groundwater monitoring bores” <http://www.water.wa.gov.au/PublicationStore/first/10137.pdf>

<sup>65</sup> ONTARIO REGULATION 240/00: Mine Development and Closure under Part VII of the Mining Act. [http://www.e-laws.gov.on.ca/html/regs/english/elaws\\_regs\\_000240\\_e.htm](http://www.e-laws.gov.on.ca/html/regs/english/elaws_regs_000240_e.htm)



- ¿Una agencia independiente va a evaluar la calibración e implementación del plan de monitoreo de calidad del aire?
- ¿Los resultados van a estar disponibles al público?

### **3.6.3 Monitoreo de la vegetación y la calidad del suelo**

Los temas claves son:

- ¿Cómo se informará respecto a alteraciones del terreno?
- ¿Qué métodos se usarían para cuantificar las tierras excavadas y/o perturbadas?
- ¿Cómo se registrará e informará sobre la erosión y perturbación de los suelos superficiales?

### **3.6.4 Monitoreo del impacto en la vida silvestre y el hábitat**

Los temas claves son:

- ¿Cómo es que se van a monitorear los efectos importantes en la flora y fauna y el hábitat?
- ¿Va una agencia independiente a evaluar los efectos potenciales (incluyendo los acumulativos) en la vida silvestre terrestre y acuática y el hábitat?
- ¿Qué métodos se usarán para informar y organizar los datos del monitoreo?  
¿Esa información está disponible para las autoridades locales y el público?

#### **3.6.4.1 Monitoreo de las especies clave**

Las operaciones de la gran minería implican actividades que podrían afectar de manera significativa las funciones naturales de los ecosistemas terrestres y acuáticos. Lo ideal es que el Plan de Monitoreo Ambiental para un proyecto

de minería a gran escala incluya evaluaciones periódicas de sus actividades sobre las especies silvestres más importantes con el apoyo de un grupo independiente de profesionales que consideren los temas que se listan a continuación.

Los temas claves incluyen:

- Evaluar la pérdida de hábitat.
- Las especies clave deberían ser previamente identificadas en la sección de línea de base.
- Llevar a cabo encuestas para evaluar la reducción o alteración de las poblaciones de las especies claves.
- Presentación de los cambios en el ecosistema y exposición potencial de las especies clave a contaminantes peligrosos.

#### **3.6.4.2 Monitoreo de la pérdida del hábitat**

Un Plan de Monitoreo Ambiental debe incluir planes para realizar encuestas regulares a fin de evaluar el estado del hábitat. Estos planes deben incluir un adecuado mapeo previo de las áreas estudiadas para definir con anticipación el enfoque espacial del monitoreo del hábitat.

Los temas claves son:

- Los tipos de hábitat deberían haber sido adecuadamente identificados y mapeados previamente.
- ¿Quién va a realizar el monitoreo del hábitat? Esta actividad requiere de expertos calificados e independientes.
- Las encuestas deben determinar los cambios de la densidad del hábitat en varios lugares.
- Evaluar el estado actual de las especies claves basadas en el trabajo de campo (contar y observar especies, densidades poblacionales).

### **3.6.5 Monitoreo de impactos en las comunidades afectadas**

El desarrollo minero puede causar serias perturbaciones en la población local en relación con los costos y beneficios que puedan ser compartidos de forma desigual. Las ganancias económicas de una corporación minera nacional o extranjera no necesariamente se traducen en el desarrollo local. Al mismo tiempo la degradación ambiental afecta los medios de subsistencia de la población local.

#### **3.6.5.1 Salud comunitaria**

Los temas clave a considerar son:

- Incidencia de enfermedades y muertes vinculadas a la contaminación.
- Evaluación de la calidad y disponibilidad de agua para uso doméstico, agricultura, otras actividades productivas.
- Resultados de las evaluaciones de la calidad del aire en las zonas pobladas.
- Registros de alta contaminación del aire, sean estas episódicas o regulares (revisar cumplimiento de lineamientos y estándares locales, nacionales o internacionales).
- Incidencia de alcoholismo, prostitución, y enfermedades de transmisión sexual vinculadas a la presencia de trabajadores mineros en el área.

#### **3.6.5.2 Inversiones prometidas para el desarrollo socioeconómico**

Con frecuencia, la minería de gran escala tiene lugar en áreas de pobreza extrema con débil capital social, pocas oportunidades laborales y condiciones de depresión económica. La presencia de una gran empresa que ofrece empleos y contribuye a mejorar las condiciones de vida causa gran expectativa y/o ansiedad en

la población local. Con frecuencia la población local está social y culturalmente marginada y posee una capacidad limitada para negociar con el gobierno y con los representantes de la empresa. Todas estas circunstancias provocan desconfianza y tensiones.

Los temas claves a considerar son:

- **Transparencia:** los miembros de la comunidad local deben participar en los procesos de toma de decisiones que afectan la colocación de contribuciones financieras a los programas de desarrollo local y en las auditorías o evaluaciones de estas asignaciones presupuestales.
- **Comunicación:** los representantes de la comunidad local, la compañía minera y autoridades deben crear estrategias/procedimientos de comunicación desde el inicio y a través de todo el proceso de implementación del proyecto.
- **Acceso a la información:** la comunidad debe tener libre acceso a la información vinculada no solo a la calidad ambiental sino también a los informes financieros e inversiones realizadas para las actividades de desarrollo socioeconómico con el apoyo de la compañía minera.
- **La adquisición de tierras y los cambios de uso:** la población local debe ser consultada e informada.
- **Planes de desarrollo local:** la población local, las autoridades y la empresa minera deben crear procedimientos oficiales para definir y ejecutar los planes de desarrollo local de acuerdo a las necesidades comunitarias priorizadas (salud, educación, actividades productivas, transporte, infraestructura, recreación, etc.).
- **Los impactos culturales de las propuestas de inversión local.**

### 3.6.6 Monitoreo de amenazas a la seguridad pública

Si el proyecto minero elige disponer de sus relaves en un embalse de relaves húmedos, las fallas del embalse constituirán una de las amenazas más serias a la seguridad pública. Por esta razón, el Plan de Monitoreo Ambiental debería incluir detalles acerca de cómo se van a monitorear las operaciones e integridad estructural del embalse de relaves a fin de detectar rápidamente posibles problemas estructurales y prevenir desastres potenciales.

Expertos en minería recomiendan las siguientes medidas para monitorear el embalse de relaves húmedo:

*“Durante las operaciones mineras, debe tomarse registros diarios de las siguientes características de los relaves: consistencia (contenido de agua), distribución de las partículas del relave entrante, cantidad de relave depositado y volúmenes de agua removida. Estos registros permiten contar con una fuente constante de información sobre la calidad del relave, lo cual permite al operador predecir y prevenir desastres potenciales tales como fugas, fallas de la presa y alta toxicidad”.*

*“Es necesario un programa continuo de inspección y mantenimiento desde el principio de las descargas a lo largo de la vida de la presa. A través del monitoreo cuidadoso, se notaran las áreas problemáticas y serán rápidamente reparadas, de esta forma se previenen las fallas. Además de monitorear la estabilidad de la presa, puede evaluarse el desempeño de los sistemas de línea y drenaje. Es útil monitorear los pozos para hacer un*

*seguimiento de las fugas.”*

*“Las inspecciones son importantes en la implementación efectiva de un programa de seguridad de la presa. La frecuencia de inspección y los asuntos a inspeccionar deben ser establecidos en el Manual de Operaciones, Mantenimiento y Vigilancia. Las inspecciones son más efectivas si las hace el mismo grupo o personal en un periodo de tiempo. El uso de fotografía digital también ayuda a rastrear cambios en la estructura, siempre que las fotografías sean adecuadamente comentadas y archivadas para futura referencia.*

*“(Para el personal del sitio): inspecciones de rutina semanal o mensual; diarias o semanales durante la temporada húmeda o cuando se va derritiendo la nieve y cada mes durante la temporada seca*

*“(Para el diseñador): Inspecciones de ingeniería dos veces o una vez al año; inspecciones especiales después de eventos significativos*

*“(Para los diseñadores y personal del sitio): Después de terremotos e inundaciones*

*“(Para el ingeniero independiente [no el diseñador]): Una revisión de la seguridad de la presa cada 5 a 10 años”<sup>66</sup>*

El Plan de Monitoreo Ambiental debería incluir planes al menos tan detallados como los de monitoreo de las presas de relaves húmedos arriba mencionados.

<sup>66</sup> Hewlett, L. (2007) “Tailings Dam Safety and Implementation of Safety Guidelines by a Tailings Dam Operator.” [http://www.unece.org/env/teia/water/tailingdams/presentations/DE-NODam\\_Safety.ppt](http://www.unece.org/env/teia/water/tailingdams/presentations/DE-NODam_Safety.ppt)

## 3.7 EVALUACIÓN DE LOS PLANES DE REHABILITACIÓN Y CIERRE

Como se ha discutido en el Capítulo 1, las consecuencias más graves y extensas de los proyectos mineros ocurren después del cese de la mina, durante el periodo de cierre. Las pilas de rocas de desecho, tajos abiertos, embalses de relaves y pilas de lixiviación dejadas atrás y sin la atención de la empresa minera pueden empezar a generar y liberar aguas altamente tóxicas que pueden causar inmenso perjuicio a los cursos de agua y vida acuática.

Como explica Conservación Internacional:

*“Si bien la rehabilitación se ve con frecuencia como algo por hacer después del cese de la actividad minera, las técnicas de rehabilitación comprenden una amplia gama de actividades que deben empezar en las etapas iniciales de planificación de un proyecto minero. Las empresas mineras deben incluir planes de rehabilitación en los informes de desarrollo de la producción, así como en las evaluaciones de impacto ambiental (EIAs). Las empresas mineras deben planificar para e incluir actividades de rehabilitación al mismo tiempo que se realiza la extracción del mineral, a fin de reducir los desechos desde el principio y prevenir limpiezas caras después que el sitio ha sido cerrado.”<sup>67</sup>*

Un proyecto minero no debe ser aprobado a menos que la empresa minera haya presentado un plan detallado, capaz de ser cumplido y adecuadamente financiado para prevenir los impactos ambientales que puedan ocurrir durante décadas después del cese de operaciones y restaurar la ecología del lugar de la mina lo más cercanamente posible a las condiciones existentes antes de las operaciones mineras.

### 3.7.1 Planes conceptuales versus los reales

Muchas empresas mineras presentan EIAs conteniendo solamente lo que vendría a ser el ‘concepto’ del Plan de Rehabilitación y Cierre de la mina, y no un plan verdadero. El plan ‘conceptual’ puede declarar de manera muy general que la empresa minera se encargará de prevenir los impactos ambientales durante el periodo de cierre pero le faltan los detalles necesarios para evaluar si el plan tendrá éxito. Algunos EIAs de proyectos mineros presentan un plan conceptual que solamente tiene unas pocas páginas y carece de detalles esenciales.

A pesar que es importante reconocer que las condiciones pueden cambiar durante el periodo activo de la mina (que sean necesarios cambios para el Plan de Rehabilitación y Cierre) el plan presentado en un EIA –aun si se le llame ‘conceptual’ o no- debe contener información específica para permitir una evaluación independiente de la factibilidad del plan en el contexto específico de las actividades propuestas de la mina y si esta adecuadamente financiado.

### 3.7.2 Objetivos del uso de tierras posterior a las actividades mineras y de rehabilitación

Se debe definir los usos de la tierra desde el inicio del Plan de Rehabilitación y Cierre. Los usos de la tierra luego del cierre deben parecerse lo más posible a las condiciones antes del inicio de la actividad minera.

Como explica Conservación Internacional:

*“La rehabilitación de un área minada, también llamada ‘reclamación’, se refiere tanto a la restauración de la tierra intervenida por la mina para alcanzar las condiciones antes del inicio*

<sup>67</sup> Conservación Internacional (2000) “Lightening the Load: A Guide to Responsible Large-scale Mining.” <http://www.conservation.org/sites/celb/Documents/lode.pdf>

de actividades, o la alteración que la ponga a disposición para otra actividad productiva. Las metas específicas de la rehabilitación incluyen la prevención de la contaminación del agua y la sedimentación, la restauración del hábitat silvestre y la salud del ecosistema, así como el mejoramiento estético del paisaje. Si bien sería imposible restaurar completamente la diversidad del ecosistema del sitio a las condiciones iniciales antes de la mina en un ecosistema tal como el bosque húmedo tropical, los proyectos de rehabilitación deben tener la meta última de lograr un paisaje lo más cercanamente posible al que existía antes de las actividades mineras, tanto estética, física y biológicamente.”<sup>68</sup>

La pertinencia de las medidas específicas incluidas en el plan de rehabilitación y cierre se juzga entonces de acuerdo a si estos alcanzan los usos de tierra especificados en el plan luego del cierre de operaciones.

### 3.7.3 Programación de la rehabilitación

Los planes de rehabilitación y cierre deben incluir un cronograma que establezca cuando empezarán y continuarán las actividades de rehabilitación y cierre. Es importante que las empresas mineras empiecen a rehabilitar las tierras perturbadas tan pronto como sea posible. Esto significa que las empresas mineras deben rehabilitar porciones de tierra de la cual se ha extraído el mineral y otras áreas de la mina que ya no se utilicen durante el periodo activo de la mina (esto se denomina ‘restauración progresiva’), no esperar hasta que cesen las operaciones.

Ambiente Australia explica:

*“Las mejores prácticas reconocen que las minas son usuarios temporales de los terrenos y que estos deben regresar a la comunidad para que sean utilizados benéficamente. El diseño de la forma del terreno es muy importante para lograr este objetivo. La*

*minería tradicionalmente dejaba el terreno sin recuperar la forma, ni dejaba todo trabajo en la forma del terreno para el final, cuando el tamaño del problema era tan grande y poca la disponibilidad de fondos. Esto resultaba en un programa mínimo de recuperación de la forma del terreno. Este enfoque también significó que las mejores opciones para colocar materiales peligrosos o contaminantes tales como roca con potencial de formación de ácido ya no eran posibles de implementar.”<sup>69</sup>*

La CFI /Grupo del Banco Mundial explica:

*“Una parte fundamental del plan de cierre es el compromiso de la rehabilitación progresiva del área de una mina, aprovechando la ventaja de contar con equipo y personal, minimizando el potencial de contaminación, y reduciendo los costos de cierre finales o la necesidad de seguros financieros complejos o de grandes dimensiones.”<sup>70</sup>*

Por lo tanto el Plan de Rehabilitación y Cierre debe comprometer firmemente a la empresa minera a ejecutar un cronograma de rehabilitación que comprenda la rehabilitación de porciones de terrenos tan pronto como sea práctico durante las operaciones de la mina. Además es importante que el cronograma de rehabilitación y cierre haga conocer y discuta las actividades a largo plazo que sea necesario realizar para asegurar que la rehabilitación y cierre tengan éxito.

Por ejemplo, si un Plan de Manejo Ambiental de una mina comprende el tratamiento (en lugar de prevención) del drenaje ácido de mina (ver Sección 3.5.1.1) entonces el cronograma del Plan de Rehabilitación y Cierre debe discutir cómo la empresa minera se asegurará que tal tratamiento del drenaje ácido se mantenga a perpetuidad.

<sup>69</sup> Environment Australia (2002) “Overview of Best Practice Environmental Management in Mining.” <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMOverview.pdf>

<sup>70</sup> CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) “Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.” [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHSGuidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

### 3.7.4 Rehabilitación y cierre de instalaciones específicas en una mina

El Plan de Rehabilitación y Cierre debe especificar las medidas de rehabilitación de instalaciones importantes en una mina de la manera que se indica a continuación.

#### 3.7.4.1 Pilas de sobrecarga y rocas de desecho

La sobrecarga y rocas de desecho que una empresa minera debe regresar al tajo abierto para lograr el relleno y prevención de la formación de un lago dentro del tajo. Si el Plan de Rehabilitación y Cierre requiere el retorno del material de sobrecarga y desecho de roca, entonces la rehabilitación y cierre de estas áreas de disposición de desechos deben simplemente requerir ser replantadas.

Sin embargo, si el Plan de Rehabilitación y Cierre prevé dejar alguna pila de escombros o sobrecarga y desechos de roca donde están al cese de operaciones, entonces el plan debe tener información detallada sobre las condiciones finales de estas pilas de desechos. Sobre todo, las medidas que se tomarán para prevenir que los materiales con potencial de generar ácidos en los depósitos de desechos y escombros. Estas medidas pueden incluir la construcción de estructuras de desvío de la escorrentía y la colocación de topes de material con poca permeabilidad sobre las pilas para prevenir que el agua se filtre de las pilas de desechos. Estas medidas pueden contemplar asimismo la adición de materiales a las pilas de desechos para prevenir el inicio de las reacciones químicas que generan ácidos. Un Plan de Rehabilitación y Cierre de los depósitos de desechos, escombros o pilas de rocas de desecho no debe permitir que los materiales de desecho generen drenajes ácidos necesiten un tratamiento a largo plazo.

El Gobierno de Quebec en Canadá señala:

*“La rehabilitación de las pilas de rocas de*

*desecho debe permitir el control de las reacciones químicas generadoras de agua ácida en la fuente, prevenir los flujos de agua contaminada, y permitir que el agua contaminada sea colectada y tratada. El uso de tratamientos de efluente (incluyendo sumideros de desvío y colección) no constituye la rehabilitación, estas son más bien medidas temporales cuyo uso sirve para alcanzar... los estándares o desarrollar métodos de rehabilitación económica y técnicamente viables.”<sup>71</sup>*

Luego que las medidas preventivas de drenajes ácidos se han tomado en cualquiera de las pilas de sobrecarga y rocas de desecho, el Plan de Rehabilitación y Cierre debe especificar la forma cómo tales pilas serán contorneadas y replantadas para controlar la erosión y restaurar las condiciones del lugar.

#### 3.7.4.2 Tajos abiertos

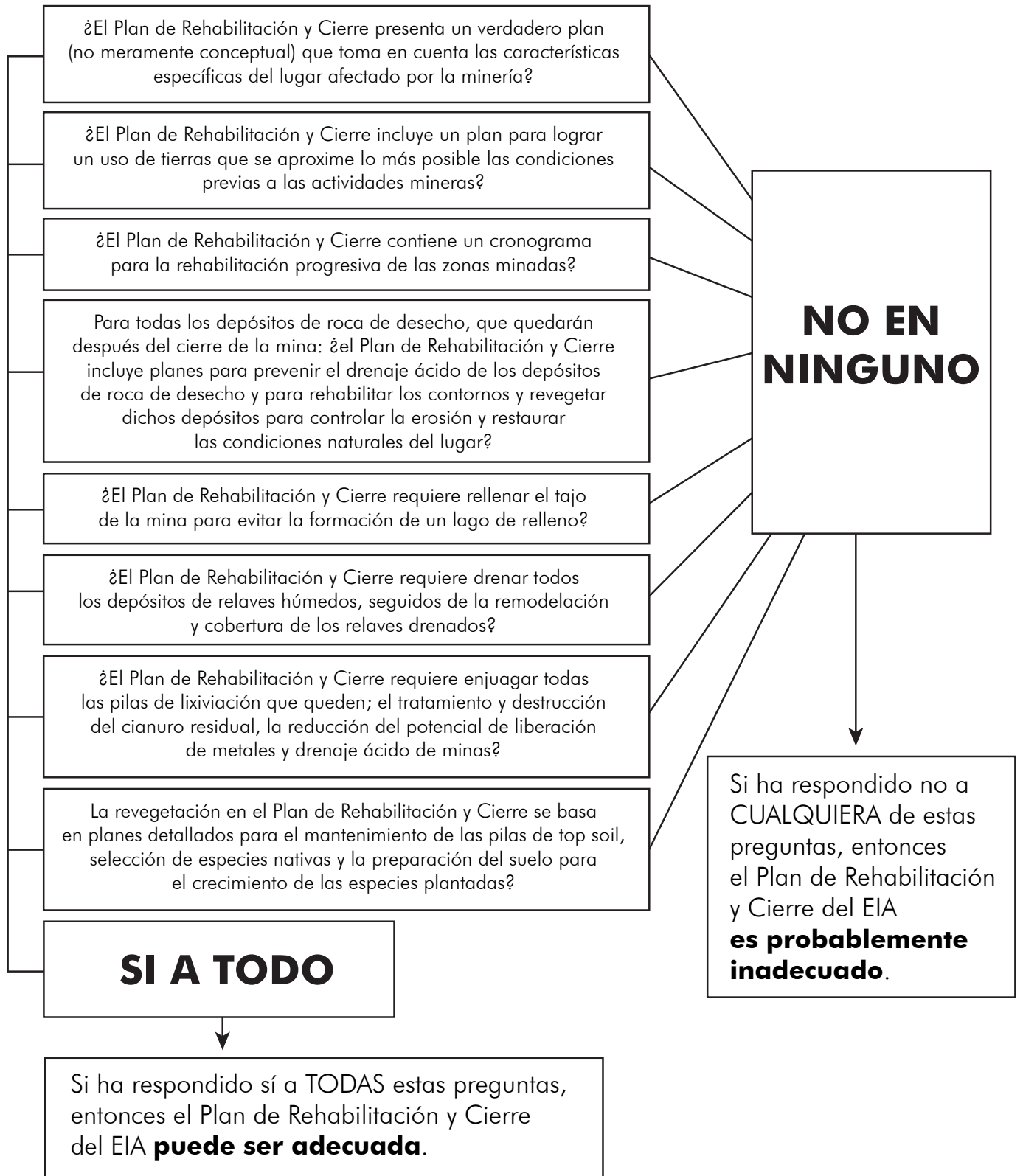
A menos que no sea factible, los tajos abiertos por lo general deben ser rellenos, sus contornos trabajados y plantados para crear una superficie final que sea consistente con la topografía original de la zona. De acuerdo con estos estándares del reglamento de la Ley de Rehabilitación y Minería Superficial (SMARA) de la Junta de Minería y Geología de California, EEUU:

*“(a) Una excavación para un tajo abierto creado en como parte de las actividades de una mina superficial para la producción de minerales metálicos debe ser relleno para alcanzar una elevación no menor que la de la superficie original, a menos que la agencia a cargo determine la presencia de las circunstancias de acuerdo a la sub-sección (h)...”*

*“(d) Las actividades de relleno, trabajos en el contorno y revegetación deben realizarse en etapas claramente definidas según los estándares de ingeniería y geológicos para el*

<sup>71</sup> Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (1997) “Guideline for preparing a mining site rehabilitation plan and general mining site rehabilitation requirements.”

### DIAGRAMA DE FLUJO 3.6 - Cómo saber si un Plan de Rehabilitación y Cierre es adecuado



uso final tal como ha sido estipulado en el plan de rehabilitación. Todas las laderas y rellenos deben diseñarse para proteger la calidad del agua subterránea, prevenir el empozado del agua superficial, facilitar la revegetación, conducir la escorrentía sin causar erosión, y que represente una solución a largo plazo...

*“(h) El requerimiento de rellenado de un tajo abierto hasta la superficie que se persigue en esta sección usando materiales minados en el lugar puede no aplicarse si hay restos de la tierra minada al término de las actividades mineras, en la forma de pilas de sobre carga, pilas de rocas de desecho y pilas de mineral lixiviado, un volumen insuficiente de materiales para rellenar completamente el tajo hasta la superficie, y donde, además ninguno de los materiales ha sido retirado de las tierras intervenidas por la mina en violación del plan de rehabilitación. En este caso, la excavación del tajo abierto debe rellenarse conforme a las subsecciones (b) y (d) a una elevación que utilice todos los materiales disponibles tales como sobrecarga, rocas de desecho y mineral lixiviado procesado.”<sup>72</sup>*

Por lo tanto, el Plan de Rehabilitación y Cierre no debe permitir la formación de un lago en el tajo abierto. Si la rehabilitación y cierre de la mina permiten la formación de un lago en el tajo abierto, el plan debería incluir una discusión detallada de la eficacia y factibilidad de todas las opciones posibles para prevenir el drenaje ácido de mina dentro del lago en el tajo, las características potenciales del efluente del lago, y sus impactos en las aguas subterráneas y aguas superficiales colindantes.

### **3.7.4.3 Embalses de relaves húmedos**

Como se ha visto en la Sección 3.2.1.3 la deshidratación de los relaves y su uso como material de relleno (disposición de relaves secos)

<sup>72</sup> Surface Mining and Reclamation Act (SMARA) regulations of the California State Mining and Geology § 3704.1 Performance Standards for Backfilling Excavations and Recontouring Lands Disturbed by Open Pit Surface Mining Operations for Metallic Minerals <http://www.conservation.ca.gov/omr/smara/Documents/010107Note26.pdf>

es la opción preferida para la disposición de relaves. Por lo tanto, el plan de rehabilitación y cierre en un buen EIA para un proyecto minero no debe necesitar discutir la rehabilitación y cierre de embalses de relaves húmedos porque tal instalación no sería creada. Si el EIA requiere la creación de un embalse de relaves húmedos, entonces el Plan de Rehabilitación y Cierre también debería comprender el desaguar (o drenar) el depósito de relaves durante el cierre; si bien el permitir que los relaves permanezcan sumergidos a perpetuidad debajo de una capa de agua puede ser la opción preferida ambientalmente hablando, en lugares con altos niveles de lluvia.

La siguiente discusión presentada por ingenieros mineros canadienses ilustra las dificultades que surgen si se permite que los relaves permanezcan sumergidos a perpetuidad debajo de una capa de agua.

*“Considerar la ‘recolección y tratamiento’ (fase de tratamiento a largo plazo) versus la opción ‘cubierta de agua’ (fase de cierre) para el desmantelamiento de los embalses de relaves puede representar un gran dilema. En general, si bien se prefiere el objetivo ‘sin tratamiento de largo plazo’ el hecho es que en general una presa de relaves que contiene una cubierta de agua sería más peligrosa a largo plazo en comparación con una presa donde la laguna de relaves es parcial o completamente drenada. Esto es evidente sobre todo cuando se compara una presa de relaves semipermeable (por ejemplo ‘aguas arriba’) o una presa de relaves altamente permeable (por ejemplo con relleno de roca) que permita el tratamiento a largo plazo y una baja permeabilidad diseñada para soportar una cubierta de agua a lo largo de la fase de cierre.*

*“Hubo un poco de confusión sobre esto a los finales de los 1980s y 1990s al mismo tiempo con consideraciones que se dieron a las opciones de cierre ‘colectar y tratar’ versus ‘cubierta de agua’ en lugares donde los relaves tenían el potencial de causar*





Foto aérea del tajo abierto Flambeau antes y después de la operación de rellenos  
FOTO: Applied Ecological Services

impactos geoquímicos por escorrentía, por ejemplo, el potencial de generar drenaje ácido de roca (DAR). Algunos propietarios de minas y autoridades tenían la impresión que la cubierta permanente de agua apoyada por una o más presas, que aliviaría al propietario y, potencialmente al público de la obligación de tratar la escorrentía del embalse de relaves a lo largo del tiempo. Se entiende cómo la cubierta de agua ganó más atención a primera vista era claramente una opción deseable para el cierre. Por otro lado los problemas técnicos y económicos causados por inundaciones en algunos depósitos de relaves, este juicio era equivocado por que se basaba en la presunción que las inundaciones en los embalses de relaves esencialmente serían un ‘cuidado y mantenimiento’ gratis en tanto se provea de un aliviadero. Esto ciertamente no es el caso. Mientras que la cubierta de agua puede en realidad crear un ambiente de baja difusión del oxígeno, desde la perspectiva geotécnica un embalse inundado es ciertamente de mayor riesgo con respecto a la naturaleza esencial de fallas físicas y necesite ser considerada como tal para embalses con un plan de inundaciones para las condiciones de cierre. Debe crearse un fondo que permita inspecciones, monitoreo y mantenimiento a largo plazo donde se deje el embalse para que la laguna de relaves sea drenada parcial o

totalmente (y el riesgo adicional de ruptura del embalse sea menor también).”<sup>73</sup>

Por esta razón, de acuerdo a los estándares establecidos por la Junta de Control de los Recursos de Agua Superficiales de California, EEUU, los embalses de relaves húmedos deben drenarse al cierre de la mina y luego estar sujetos a las siguientes medidas de reclamación y cierre: ubicación de una cubierta sobre los relaves; trabajos en los contornos de los relaves para prevenir la acumulación del agua, erosión e infiltración; mantenimiento de los sistemas de recolección y remoción de lixiviados; y la realización de pruebas de monitoreo para prevenir y detectar la contaminación de aguas subterráneas.

Ver:

“(a) Estándar para la Ejecución del Cierre – Las unidades mineras nuevas y existentes deben cerrar de tal manera que no impliquen un riesgo mayor a la calidad del agua. No se debe permitir el uso de tierras posterior al cierre que pueda afectar la integridad de las estructuras de contención...”

73 Szymanski, M.B & Davies, M.P. (2004) “Tailings dams: design criteria and safety evaluations at closure.” British Columbia Mine Reclamation Symposium 2004. <http://www.infomine.com/publications/docs/Szymanski2004.pdf>

*“(l) Estándares para el Cierre de Lagunas de Relaves – Las lagunas de relaves del Grupo A y B deben cerrar de acuerdo con las disposiciones.....*

*“(a) Remoción de Líquidos Liberados – Cualquier líquido que quede en la superficie del embalse al momento del cierre debe ser retirado y descargado en una unidad de manejo de desechos debidamente aprobada (Unidad). Todo líquido residual debe ser tratado para eliminar la liberación de líquido...*

*“Requisitos para el Mantenimiento de los Rellenos de Desechos Sólidos al Cierre y Post-Cierre.*

*“(a) Requisitos para el Recubrimiento Final – El recubrimiento final de laderas no debe ser más empinado que una proporcional horizontal a vertical de uno a tres cuarto a uno, y debe tener un ancho de banco mínimo de quince pies de ancho por cada cincuenta pies de altura vertical...*

*“(b) Requisitos para la Clasificación (1) Prevenir la formación de lagunas, erosión y la infiltración. (2) Porciones de laderas más escapadas – áreas con pendientes superiores al diez por ciento, áreas con cursos de drenaje superficial, y áreas sujetas a la erosión por acción del agua o del viento deberán protegerse de la erosión o deberán ser diseñadas y construidas para prevenir la erosión. (3) Plan de Drenaje y Precipitación – El plan final de cierre de la Unidad deberá incluir un plan para el control de precipitaciones y drenaje para un relleno cerrado.*

*“(c) Tareas Generales Posteriores al Cierre – Durante el periodo de mantenimiento y post – cierre, quien esté a cargo deberá: (1) mantener la integridad y efectividad de las estructuras de todas las instalaciones de contención, y mantener la cubierta final lo necesario para corregir los efectos del asentamiento y otros factores adversos; (2) continuar operando los sistemas de colección y remoción de lixiviados*

*en tanto se genere y detecten lixiviados; (3) mantener sistemas de monitoreo y monitorear las aguas subterráneas, aguas superficiales, y la zona sin saturación; (4) prevenir la erosión y daños relacionados de la cubierta final debidos al drenaje...”<sup>74</sup>*

#### **3.7.4.4 Pilas y botaderos de lixiviados**

Los proyectos mineros que comprenden la lixiviación con cianuro y pilas de lixiviación del cobre dejarán detrás pilas de desechos de mina (pilas de lixiviación) que requieren una consideración especial. Luego del cese de operaciones minas, enormes pilas de desechos casi siempre contienen niveles excesivos de una variedad de contaminantes (sales, metales y compuestos con cianuro) que van a necesitar ser detoxificados y pueden contener materiales potencialmente generadores de ácido que requerirán una intervención para detoxificar la pila de desechos y prevenir el drenaje ácido.

La EPA de los EEUU sostiene:

*“Hay tres enfoques fundamentales para el cierre de pilas de mineral contaminado con cianuro. El primero es dejar las pilas tal cual y permitir que el cianuro se degrade, tal vez lentamente, pero sin ninguna intervención humana. El segundo es dismantelar la pila y tratar el mineral en lotes pequeños. Esta opción puede ser necesaria cuando las secciones de la pila se han vuelto impermeables o cuando se desea restaurar la zona de lixiviación para otros usos. El tercer enfoque es enjuagar la pila para dejar salir el cianuro, con una solución de enjuague que sea tratada con alguno de los métodos descritos abajo. Las pilas de mineral deben enjuagarse con agua fresca o con agua de enjuague reciclada, que ha sido tratada de modo que contenga poco cianuro. El medio de enjuague puede o no contener sustancias químicas diseñadas para oxidar el cianuro residual a*

74 Junta de Control de los Recursos Hídricos del Estado de California, EEUU. 22510. SWRCB - Closure and Post Closure Maintenance of Mining Units. (C15: Section 2574) <http://www.calrecycle.ca.gov/Laws/Regulations/Title27/ch7sb1.htm>

*medida que gotea a lo largo de la pila.”<sup>75</sup>*

Una publicación de ingenieros mineros estadounidenses explica cómo el enjuagar las pilas de lixiviación es un requerimiento de los estándares ambientales nacionales en los EEUU:

*“Los reglamentos para el cierre... requieren el enjuague de las pilas con soluciones ligeras de cianuro WAD reducidas a 0.2 mg/l o menos, con un rango de pH entre 6-9, y otros contaminantes a niveles que no degraden las aguas del Estado. Este reglamento permite el uso de métodos alternativos de estabilización química, si el operador puede demostrar que el efluente resultante no degradará las aguas del Estado. Por lo tanto la detoxificación con químicos tales como el hipoclorito o peróxido de hidrógeno puede ser aprobada. La detoxificación biológica también puede aprobarse con el uso de bacterias consumidoras de cianuro. Además existen tecnologías disponibles que hacen posible la bio-reducción de metales en una pila. Actualmente existe una cantidad de técnicas demostradas y en desarrollo disponibles para estabilizar adecuadamente una pila de mineral agotado.”<sup>76</sup>*

Desafortunadamente, si bien estas sugerencias parecen ser razonables, rara vez se ‘detoxifican’ las pilas. El enjuague con agua fresca requiere de grandes cantidades que también va a necesitar tratamiento y rara vez (o nunca) se hace en Nevada y en otros estados áridos de los EEUU. En la mayoría de casos, la meta es reducir la cantidad de agua que debe tratarse, y esto comprende recircular el agua de drenaje de la pila a la cima de la pila, donde una porción de esta se evapora.

Al cabo de unos meses de recircular el agua, el pH puede bajarse a menos de pH 9, el cianuro

puede oxidarse o evaporarse, y una porción del cianuro residual puede convertirse en nitrato. Sin embargo, las sales pueden concentrarse y retenerse. El enjuague posterior con agua puede remover una porción de las sales, pero esto rara vez se hace, en vista que tanto el arsénico como el antimonio son efectivamente imposibles de ser completamente enjuagados de la pila.

Por lo tanto, muchas minas simplemente recircularán el agua que esté muy contaminada hasta que el volumen de agua residual que drene de la pila baje dramáticamente, o en algunos casos, se detenga por completo. En climas más húmedos, o durante periodos húmedos en climas secos, el agua de la lluvia o nieve puede reiniciar el drenaje y deberán ejecutarse planes de manejo del agua, y estos planes de manejo de agua deberán planearse por largo tiempo. Desgraciadamente, el enjuague de las pilas es complicado, y aun cuando se colocan topes en la cima de las pilas, permanece el drenaje siendo materia de preocupación por mucho tiempo.

Aun después que las pilas de lixiviación han sido enjuagadas y tratadas para destruir el cianuro residual y bajar el potencial de liberación de metales y drenajes ácidos de mina, la rehabilitación y cierre de las pilas presenta problemas similares al igual que la rehabilitación y cierre de las pilas de sobrecarga y rocas de desecho.

Las pilas de lixiviación cuidadosamente enjuagadas son materiales que una empresa minera debe considerar regresar a cualquier tajo abierto a fin de cumplir con el relleno del tajo y prevenir la formación de un lago en el tajo. Si el Plan de Rehabilitación y Cierre necesita usar los materiales de la pila de lixiviación como relleno de los tajos abiertos, entonces la rehabilitación cierre de estas áreas simplemente necesitará la revegetación de los lugares donde anteriormente estaban los desechos. El Plan de Rehabilitación y Cierre debe tener medidas para la prevención de drenaje ácido de mina en todas las pilas y deberá especificar la forma cómo tales pilas deberán ser revegetadas y contorneadas para controlar la erosión y restaurar las condiciones naturales del lugar.

<sup>75</sup> Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1994) “Technical Report: Treatment of Cyanide Heap Leaches and Tailings.” <http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/industrial/special/mining/techdocs/cyanide.pdf>

<sup>76</sup> Burkhalter, C.J. et al (1999) “Precious Metals Heap Leach Facilities Design, Closure and Reclamation.” [http://www.unr.edu/mines/mlc/conf\\_workshops/book1/chapter29.pdf](http://www.unr.edu/mines/mlc/conf_workshops/book1/chapter29.pdf)

### 3.7.5 Revegetación

La revegetación es un elemento esencial de las promesas establecidas en los planes de rehabilitación y cierre. Sin embargo la revegetación en realidad es fácil de describir en el papel, pero difícil de cumplir en la práctica. Requiere atención a los detalles tales como el mantenimiento de las pilas de top soil, selección de las especies nativas, y preparación del suelo para el crecimiento de las especies plantadas.

Conservación Internacional señala:

*“Debido a que el objetivo de la rehabilitación es por lo general la restauración de la vegetación nativa, se determina anticipadamente cuáles serán las especies usadas para este fin. Las empresas necesitan ser cuidadosas sobre posibles cambios que las operaciones mineras causen en el suelo y deberán asegurarse que las especies nativas crezcan en libertad si este es el caso.*

*“Al restaurar ecosistemas tropicales, la meta es desarrollar un ecosistema que se mueva a través de etapas sucesivas y que faciliten la acumulación de biomasa. La diversidad de plantas y sus requisitos físicos (sombra, humedad, bajas temperaturas) en sistemas maduros son tales que deben usarse plantas colonizadoras para condicionar el suelo y proporcionar un hábitat más apropiado para plantas en etapas posteriores. Las plantas colonizadoras pueden identificarse durante la operación de la mina y ser usadas entonces en la rehabilitación inicial del suelo.*

*“La programación de los tiempos para la siembra de semillas es importante para una revegetación exitosa. Por lo general la siembra de semillas debe llevarse a cabo inmediatamente antes del inicio de lluvias o al inicio de esta. En zonas tropicales, la siembra de semillas debe hacerse durante la estación húmeda. Con frecuencia se usan fertilizantes para aumentar la velocidad natural de los procesos y aumentar la cantidad de especies,*

*la cubierta vegetal y la densidad, así como la tasa de crecimiento, sin embargo las empresas deberán tener cuidado al usar fertilizantes para evitar la destrucción de los plántones y el crecimiento de vegetación no deseada.”<sup>77</sup>*

En vista de las dificultades para lograr una revegetación exitosa en zonas mineras, la División de Minerales y Geología del Departamento de Recursos Naturales de Colorado, EEUU, requiere la siguiente información como parte del plan de rehabilitación de la mina:

*“(1) En aquellas áreas donde la revegetación sea parte del Plan de Rehabilitación, la tierra debe revegetarse de tal manera que establezca una cubierta vegetal diversa, efectiva y duradera que sea capaz de regenerarse a sí misma sin depender de irrigación, enmiendas de los suelos o fertilizantes, y es al menos igual en extensión que la cubierta de vegetación natural del área circundante. Con excepción de ciertos usos de la tierra posteriores a la mina, aprobados por la Junta u Oficina, el uso de especies nativas de la región debe recalcar. Se puede proponer enfáticamente el uso de especies no nativas cuando en bosques manejados intensivamente y en cordilleras...*

*“(4) Los planes de revegetación deben proporcionar la mayor probabilidad de éxito para el establecimiento de las plantas y desarrollo de la vegetación mediante la consideración de factores ambientales tales como los patrones estacionales de precipitación, temperatura y viento; textura y fertilidad del suelo; estabilidad de laderas; y dirección de las caras de las laderas. Similar atención debe prestarse a los factores biológicos tales como la inoculación de semillas de legumbres, prácticas adecuadas de plantado y trasplante de semillas, cuidado del abastecimiento para el plantado de bosques, y la restricción del pastado durante el establecimiento...*

*“(5) Para asegurar el establecimiento de*

---

<sup>77</sup> Conservación Internacional (2000) “Lightening the Load: A Guide to Responsible Large-scale Mining.” <http://www.conservation.org/sites/celb/Documents/lode.pdf>

*una cubierta vegetal diversa y duradera, el Operador debe emplear técnicas apropiadas para la preparación del sitio y protección tales como el acondicionamiento mecánico del suelo mediante el volteo, rasgadura, aplicación de cubiertas, enmiendas, fertilización del suelo e irrigación...*

*“El Operador/Solicitante deberá incluir como mínimo la siguiente información:*

*“(b) Profundidad estimada en la cual es suelo, adecuado como medio de crecimiento, será salvado o rescatado para su uso en el proceso de rehabilitación... Se deberá rescatar suficiente suelo para reunir los requisitos establecidos. Si el medio de crecimiento vegetal no es vuelto a aplicar en un área calificada inmediatamente después del rescatar, entonces el Operador/Solicitante deberá especificar de qué manera la cubierta de suelo o top soil será almacenada y esta-bilizada con una cubierta vegetativa hasta que sea usado en la rehabilitación. Las pilas de medio para el crecimiento de plantas deberán colocarse separadas de otras pilas, lejos del tráfico de la mina y fuera de los canales de agua o vías de drenaje. La ubicación de las pilas de material para el crecimiento de plantas debe mostrarse.”<sup>78</sup>*

Por lo tanto, el ejemplo muestra que un Plan de Rehabilitación y Cierre debe contener detalles similares sobre cómo la revegetación será mas que una promesa, sino que tendrá éxito en las condiciones reales que prevalecen en el sitio de la mina.

### **3.7.6 Garantías financieras para la rehabilitación y cierre**

Desgraciadamente la rehabilitación frecuentemente empieza al término de la mina. También muy frecuentemente, la empresa minera

no tiene dinero o interés en hacer una adecuada rehabilitación de la mina. Sin una garantía adecuada para la rehabilitación, las promesas de una empresa minera serán incumplidas. Una garantía de un contratista tercero para una rehabilitación completa proporciona un incentivo para que la empresa minera rehabilite el lugar.

Una de las cuestiones más importantes en un EIA de un proyecto minero trata sobre quien pagará por la rehabilitación y/o limpieza de un desastre en el lugar de la mina si algo sale mal. A menos que un gobierno responsable haya tenazmente establecido mecanismos que obliguen al propietario al pago, el gobierno tendrá que elegir si paga los elevados costos de rehabilitación y limpieza o si deja a los ciudadanos con ese sufrimiento. La Federación de Vida Silvestre de los EEUU describe su experiencia:

*“Por más de 150 años, los EEUU se ha dedicado a la ubicación y extracción del cobre, plomo, plata, oro y otros metales preciosos de las montañas del oeste, lo cual influyó dramáticamente al desarrollo y a los asentamientos en esa región.*

*“Mientras los estadounidenses han disfrutado de una prosperidad económica de corto plazo como resultado de la minería, ahora sabemos que esto ha tenido un costo terrible. Donde antes había caza abundante que circulaba libremente, las montañas majestuosas y praderas inmensas del oeste han sido devastadas por la minería metálica. La vista de pilas de rocas de desecho, depósitos de relaves, tajos minados, y túneles en las laderas de las montañas es demasiado común. Si bien la vista de todos estos males nos alarman, las operaciones mineras históricas y actuales tienen otro legado mucho más ominoso y menos obvio: la contaminación del aire y del agua que amenaza la salud humana.*

*“A pesar de haber adoptado la Ley de Aguas hace más de 25 años, muchas aguas del oeste permanecen peligrosamente contaminadas por la escorrentía de minas activas, inactivas y abandonadas. Las empresas mineras*

<sup>78</sup> Departamento de Recursos Naturales del Estado de Colorado, EEUU, División de Minerales y Geología –Hard Rock Rules Effective October 1, 2006 <http://mining.state.co.us/rulesregs/HR%20and%20Metal%20adopted%20Aug%2009%202006%20indexed.pdf>

muy frecuentemente se van dejando atrás la contaminación que han creado, sin restaurar o 'rehabilitar' la tierra que han dañado, forzando a quienes pagan impuestos a pagar la factura por la limpieza...

*"Las garantías para la rehabilitación sirven como una "póliza de seguro" contra problemas ambientales. Es dinero disponible que las empresas mineras deben separar antes de empezar actividades, y que puede usarse para limpiar el camino, si es necesario."*<sup>79</sup>

El Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible describe la situación de manera más amplia:

*"Hay consideraciones reales y financieras respecto al cierre de la mina y rehabilitación de lugar, especialmente porque el cierre y rehabilitación ocurren en un momento cuando la operación no es rentable. Entre otras "esta es una razón de fuerza por qué los gobiernos requieren con cada vez mas frecuencia que las empresas den garantías para el cierre de la mina, algunas veces llamados fondos de reclamación o de rehabilitación antes del inicio de operaciones de una mina y es importante que estos fondos se establezcan de acuerdo tanto con las mejores prácticas contables y las disposiciones tributarias de la jurisdicción de la mina."*

*"En muchos países con economías en desarrollo, la falta de implementación de programas de cierre de minas ha resultado en impactos adversos significativos en el ambiente. Como sugiere Nazari, 'a diferencia de los países que han implementado 'buenas prácticas de minería', estas economías en transición deben todavía desarrollar una gobernabilidad corporativa sofisticada, un marco legal o mercado financiero y de seguros para garantizar el financiamiento del cierre de las minas"...*

*"Parece que es una buena idea pedir una garantía financiera para las minas a las cuales se les acaba de otorgar licencia. La garantía financiera debe consistir en una cantidad de dinero suficiente que asegure la rehabilitación de la mina conforme a un acuerdo del "peor caso". Esto alienta mejores prácticas mineras y planes de cierre en vista de que por lo general se hacen mejores planes mineros cuando existe suficiente dinero disponible."*<sup>80</sup>

### **3.7.6.1 Programación del tiempo para la adopción de garantías financieras**

La CFI /Grupo del Banco Mundial advierte:

*"Los costos asociados a las actividades de cierre y post cierre, incluyendo los cuidados después del cierre, deben incluirse en los análisis de factibilidad económica durante las etapas de planificación y diseño. Deben incluirse consideraciones mínimas respecto a la disponibilidad de todos los fondos necesarios, mediante instrumentos financieros apropiados, para cubrir los costos de cierre en cualquiera de las etapas del ciclo de vida la mina, incluyendo el cierre temprano o temporal."*<sup>81</sup>

De acuerdo con la División de Políticas para el Petróleo, Gas y Minería del Grupo del Banco Mundial:

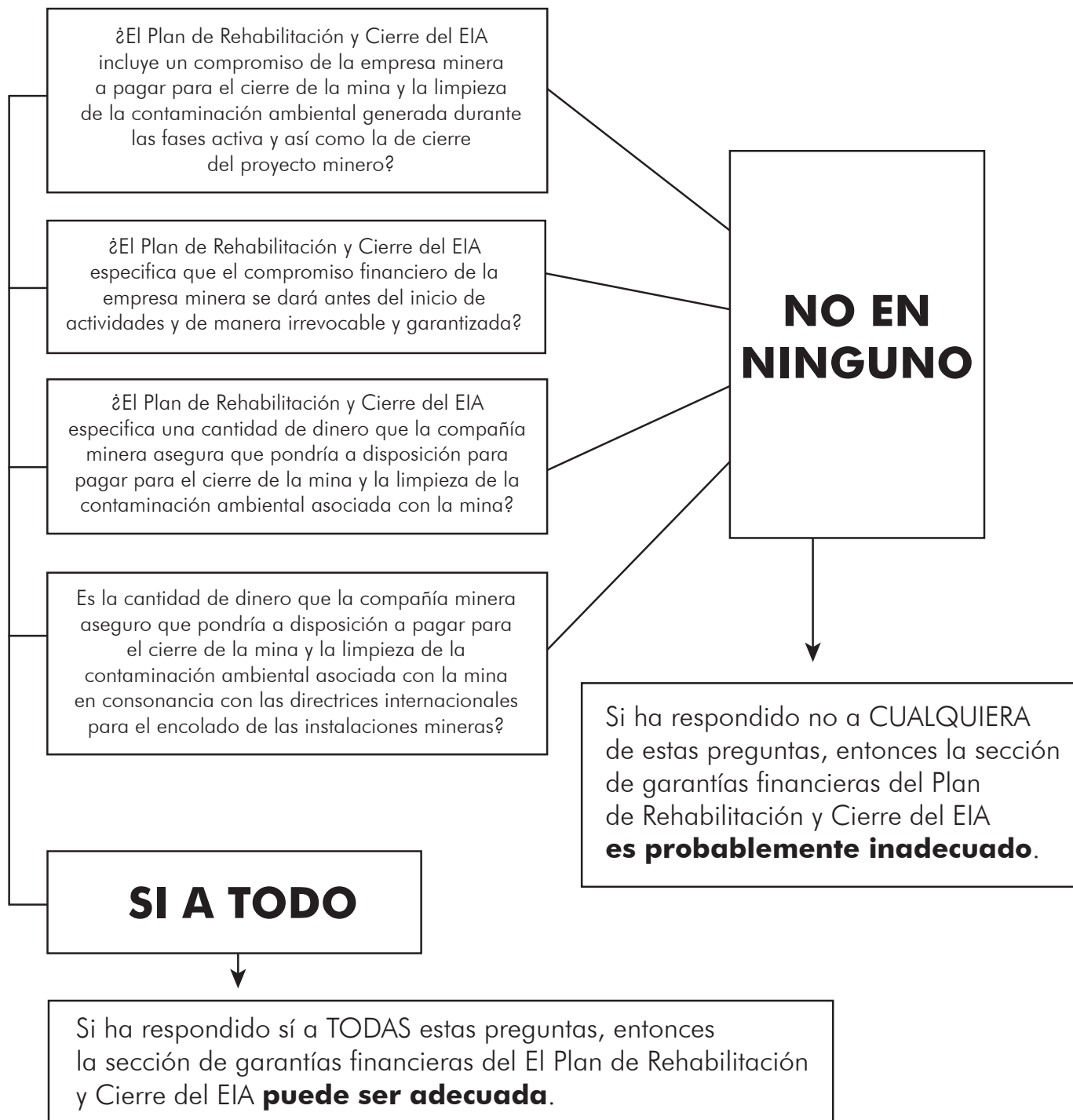
*"Involucramiento del público: En vista que el público corre el riesgo y carga los costos ambientales no cubiertos por una garantía inadecuada o prematuramente ejecutada, el público debe jugar un rol esencial en aconsejar a las autoridades sobre la fijación y liberación de fondos de garantía. Por lo tanto los legisladores deben notificar al público y darle la oportunidad de comentar tanto antes de la fijación del fondo de garantía, así como antes de la toma de cualquier decisión respecto a la*

<sup>79</sup> Federación Nacional de Vida Silvestre, EEUU (Febrero, 2000) "Hardrock Reclamation Bonding Practices in the Western United States." [http://www.earthworksaction.org/pubs/hardrock\\_bonding\\_report.pdf](http://www.earthworksaction.org/pubs/hardrock_bonding_report.pdf)

<sup>80</sup> Instituto Internacional sobre Desarrollo Sostenible (January 2002) "Research on Mine Closure Policy." [http://www.iied.org/mmsd/mmsd\\_pdfs/044\\_cochilco.pdf](http://www.iied.org/mmsd/mmsd_pdfs/044_cochilco.pdf)

<sup>81</sup> CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) "Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining." [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHSGuidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

### DIAGRAMA DE FLUJO 3.7 - Cómo saber si las garantías financieras son adecuadas



liberación de la garantía.”<sup>82</sup>

### **3.7.6.2 Formas adecuadas de los seguros financieros**

La CFI /Grupo del Banco Mundial, recomienda:

*“Los fondos deben ser sistemas de acumulación de efectivo o garantías financieras. Los dos sistemas aceptables de acumulación de efectivo son cuentas de garantías bloqueadas (incluyendo acuerdos manejados a nivel de gobierno) o fondos de amortización. Debe proporcionarse una forma aceptable de garantía de financiamiento mediante una institución financiera con buena reputación.”<sup>83</sup>*

El Estado de Colorado en los EEUU impone los siguientes requisitos:

*“Toda Garantía Financiera debe crearse y mantenerse a un nivel que refleje los costos actuales para el cumplimiento del Plan de Rehabilitación; y para el cumplimiento de las medidas aplicables de los Planes de Protección Ambiental y Rehabilitación de las Operaciones Mineras Designadas.*

*“La pruebas de responsabilidad financiera deben consistir en una o mas de los siguientes, estará sujeto a la aprobación de la Junta:...*

*“Efectivo o fondos certificados asignados a la Junta...*

*“Un fondo en efectivo o inversiones en efectivo en [valores debidamente especificados, depósitos a plazo o re-adquisición de obligaciones]...*

*“Un Bono de Seguro emitido por una empresa aseguradora autorizada en este estado....*

*“Una Carta de Crédito Irrevocable emitida por un banco autorizado que tenga negocios en los EEUU; el Operador/Solicitante deberá proporcionar evidencia que el banco que emita la Carta de Crédito se encuentre en buena situación y condición financiera, así como mostrar evidencias que su calificación es adecuada para el sistema...*

*“Un Certificado de Depósito asignado por la Junta....*

*“Una Escritura de Fideicomiso o acuerdo de seguridad que grave propiedad personal o real y que cree un enlace primario a favor del Estado...*

*“Un Auto-Seguro mediante una calificación de crédito o del patrimonio neto, como se describe más adelante en las sub-secciones 4.10.1 y 4.10.2, respectivamente...*

*“Un fondo de fideicomiso que debe financiarse mediante pagos en efectivo regulares, que represente una fracción del total de recibos, que ofrezca seguridad que los fondos requeridos para la rehabilitación serán disponibles...*

*“Crédito por el Valor de Rescate del equipo y accesorios relacionados al proyecto (excluyendo el material rodante) de propiedad o de futura propiedad del Garante Financiero dentro del área de la licencia, representado por un acuerdo de seguridad que cree un equipo de gravamen, menor al valor de cualquier gravamen de alta prioridad, tales gravámenes deberán limitarse a los gravámenes del gobierno...*

*“Una Escritura de Fideicomiso o acuerdo de seguridad que grave accesorios específicos relacionados al proyecto, o que deba ser demolido o removido a fin de realizar el Plan de Rehabilitación, creando un enlace prioritario a favor del Estado [y]*

*“Una nota del Tesoro respaldada por un crédito de buena fe del Gobierno de los*

82 Grupo del Banco Mundial, División de Petróleo, Gas y Minería (2008) “Guidance Notes for the Implementation of Financial Surety for Mine Closure.” [http://siteresources.worldbank.org/INTOGMC/Resources/financial\\_surety\\_mine.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTOGMC/Resources/financial_surety_mine.pdf)

83 CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) “Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining.” [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHS-Guidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHS-Guidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)



Estados Unidos de Norteamérica.”<sup>84</sup>

Una de las formas en las que una garantía no puede ser aceptable es la garantía “corporativa”, en la cual un porcentaje del costo de la rehabilitación no es requerido en la forma de un instrumento financiero real, simplemente porque una empresa tiene grandes recursos a su disposición. Se han dado problemas graves en Nevada, EEUU debido a esto, y no es aceptable como garantía que una empresa minera cumplirá con la rehabilitación de las tierras intervenidas por la mina.

### **3.7.6.3 Montos adecuados de las garantías financieras**

El costo de la rehabilitación de la mina debe basarse en el costo que las autoridades contraten un tercero para realizar la rehabilitación. Esto debe incluir los costos administrativos incurridos por la agencia del Estado para contratar una empresa o tercero para que lleve a cabo la rehabilitación. En casi todos los casos, el costo de un contratista o tercero para que haga la rehabilitación es mucho mayor que el costo de la empresa minera realice la rehabilitación, debido a los costos en comprender lo que sucede en la mina, y la movilización de equipos para realizar la rehabilitación.

De acuerdo con la División de Políticas para el Petróleo, Gas y Minería del Grupo del Banco Mundial y una publicación de la CFI (2002):

*“Los costos de cierre en asuntos ambientales fluctúan en un rango menor a US\$ 1 millón para cada una de las minas pequeñas de Rumanía y de cientos de millones de dólares para minas a gran escala de lignita y sus instalaciones asociadas en Alemania. Lo más común es que los costos de cierre fluctúen entre las decenas de millones de dólares. Investigaciones preliminares indican que el costo de cierre de las minas a tajo abierto*

84 Departamento de Recursos Naturales del Estado de Colorado, EEUU División de Minerales and Geología - Hard Rock Rules Effective October 1, 2006 <http://mining.state.co.us/rulesregs/HR%20and%20Metal%20adopted%20Aug%209%202006%20indexed.pdf>

*medianas y las minas subterráneas que operaban durante los pasados 10 – 15 años iba de US\$ 5 – 15 millones, mientras que el cierre de minas a tajo abierto que operaron por más de 35 años con grandes instalaciones de desechos y relaves superó los US\$ 50 millones.”<sup>85</sup>*

En Australia Occidental:

*“La [garantía de unidad de performance] UPB se determina mediante el uso de información del área perturbada que es proporcionada en la propuesta de la mina. Se calcula la cantidad usando tarifas con un mínimo de A\$3,000 por hectárea en caso de una rehabilitación simple a nivel del suelo (y pocos costos de movilidad) a más de A\$30,000 por hectárea para áreas que ofrezcan mayores retos para su rehabilitación, o donde se considere que el costo total de una garantía de recuperación esté garantizado.*

*“El UPB cubre todas las tierras perturbadas por la mina y que requieran rehabilitación pero el monto total distribuidos a lo largo de cada predio, por ejemplo se presentan garantías fianza proporcional aparte por cada predio afectado por el proyecto minero. Las áreas que se garantizan frecuentemente incluyen: los botaderos de desechos, instalaciones de relaves, áreas de almacenamiento, tajos rellenados, lugar de ubicación de la planta, campamentos, rutas de acarreo y descarga, pistas de aterrizaje, áreas de alojamiento y zonas de seguridad alrededor de todo tajo abierto abandonado.”<sup>86</sup>*

En Australia occidental, las instalaciones de relaves se garantizan por un mínimo de A\$12,000 por hectárea y las pilas de rocas de desecho por un monto de A\$10,000 por hectárea.<sup>87</sup>

85 Grupo del Banco Mundial, División de Petróleo, Gas y Minería (2008) “Guidance Notes for the Implementation of Financial Surety for Mine Closure.” [http://siteresources.worldbank.org/INTOGMC/Resources/financial\\_surety\\_mine.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTOGMC/Resources/financial_surety_mine.pdf)

86 Western Australia Department of Industry and Resources (DoIR) (December 2006) “Review of Environmental Performance Bonds in Western Australia.” [http://www.dmp.wa.gov.au/documents/ED\\_Min\\_GL\\_ReviewOfEnvPerformanceBonds\\_Dec06.pdf](http://www.dmp.wa.gov.au/documents/ED_Min_GL_ReviewOfEnvPerformanceBonds_Dec06.pdf)  
87 Idem



# 4. Como ser un Participante Efectivo en el Proceso de EIA

El Principio 10 de la Declaración de Río afirma: “El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados”<sup>88</sup> y señala tres elementos esenciales para el involucramiento del público: acceso a la información; oportunidad para participar en el proceso de toma de decisiones; y el acceso efectivo a los procedimientos administrativos y judiciales.

Estos elementos son denominados comúnmente “participación pública”. Cada elemento participativo, fortalece la toma de decisiones ambiental al facilitar el intercambio y entendimiento de la información, aumentando la transparencia y mejorando la rendición de cuentas.

Las personas que viven cerca de la locación de un proyecto propuesto son más capaces de saber sobre posibles impactos de un proyecto en el ambiente local o los recursos comunales y pueden incorporar nuevas ideas o nuevos impactos que de otra forma no habrían sido considerados. La participación pública también puede crear

líneas de comunicación entre comunidades, la entidad que propone el proyecto y el gobierno, que continuarán a través de la implementación del proyecto u otros proyectos futuros. Por estas razones, es muy importante entender y utilizar todas las oportunidades para involucrarse en el proceso de EIA.

## PRINCIPIO 10

El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.

<sup>88</sup> Declaración de Río sobre Ambiente y Desarrollo, Principio 10 (1992). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil. 3 al 14 de junio de 1992.

---

## 4.1 ENTENDIENDO EL MARCO NORMATIVO

La participación pública comprende muchas actividades diversas – desde la búsqueda de información sobre un proyecto a escribir comentarios sobre el borrador de la EIA, documentar un caso en la corte para cuestionar una decisión – y estas oportunidades serán con frecuencia explicadas en distintas leyes dentro de una jurisdicción donde se ubicaría una mina propuesta.

El primer paso debería ser identificar las normas que se aplican a un proyecto minero propuesto y las obligaciones que se generan del lado del gobierno y el proponente del proyecto en base a estas leyes. A pesar de que esta Guía se concentra el proceso de la EIA, es posible que existan procedimientos para el otorgamiento de licencias que ocurran antes, durante o después del proceso de EIA. Estos procedimientos para el otorgamiento de licencias pueden ofrecer oportunidades adicionales para la participación pública. Por ejemplo, una compañía minera puede necesitar solicitar permisos para la descarga de contaminantes, adquirir derechos de agua, permisos para construir caminos, obtener una fuente de energía eléctrica para sus operaciones, cualquiera de las cuales puede ser autorizado a través de un procedimiento distinto, aparte del proceso de EIA.

Por tanto, es importante revisar el panorama normativo específico del país en el que el proyecto minero está siendo propuesto. Además de la ley minera, las leyes forestales, aquellas que atañen a los parques nacionales o áreas protegidas, vida silvestre, humedales, recursos culturales o tenencia ancestral de la tierra.

Volviendo al proceso de EIA, las leyes que gobiernan el proceso de EIA pueden encontrarse en una ley general del ambiente, algunas veces denominada ley marco, o podría existir una ley específica para de el proceso de EIA. Como se explica sucintamente mas adelante, el acceso a la información y a los procedimientos administrativos es también importante en el proceso de EIA. Las Constituciones de algunos países pueden ser parte de un marco normativo si ellas crean derechos a la información ambiental o establecen otras provisiones que puedan estar involucradas en las decisiones sobre la mina propuesta. Algunos EIAs pueden incluso ser preparadas en ausencia de una ley que la exija.<sup>89</sup>

---

<sup>89</sup> Ver el ejemplo del caso Asociación Salvemos el Arrecife Guana Cay Ltda.. versus The Queen and Ors (Bahamas) [2009] UPKK en parr, 12 (“La preparación del EIA en este caso, y si presentación ante la Comisión de Ciencia, Ambiente y Tecnología de Bahamas (Comisión BEST) fue de acuerdo con lo que devino en práctica común, pero no es una práctica requerida por el estatuto.”)

---

## 4.2 ENTENDIENDO LOS DERECHOS Y OPORTUNIDADES DE LA PARTICIPACIÓN PÚBLICA

Los requisitos para la participación pública varían ampliamente entre sistemas de EIA y hasta pueden ser implementados de manera distinta al interior de un sistema en particular. Algunas leyes exigen un amplio involucramiento público como parte de los procesos de EIAs,<sup>90</sup> mientras que otros son discrecionales o dicen nada sobre el tema. Existe un reconocimiento creciente respecto al derecho del público para participar de forma significativa, de alguna manera una vez que el proceso de EIA se ha puesto en marcha. Algunas cortes de justicia han dictaminado que público debe ser consultado apropiadamente, aun cuando no exista una ley que gobierne el proceso.<sup>91</sup>

La terminología que se usa en los sistemas de EIA para describir la medida en que se involucrará al público durante el proceso puede ser confusa. Usualmente se usará un término o la combinación de varios términos tales como “informar”, “consultar” y “participar” que pueden parecerse entre sí, pero que tienen de hecho distintas consecuencias sobre el nivel en que público puede

involucrarse. Las agencias, los ministerios, y los proponentes del proyecto pueden sacar ventaja de esta ambigüedad para minimizar y hasta eliminar la participación pública en el proceso de toma de decisiones.

Dependiendo del término que se use, la participación pública será más o menos pasiva o activa.

“Informar” representa la forma más pasiva de involucramiento público porque el flujo de información ira en un solo sentido, del gobierno o el proponente del proyecto al público. En ocasiones, esta información es proporcionada después de haberse tomado una decisión. “Consultar” o “consulta” es menos pasivo y generalmente significa que existe un intercambio de información y opiniones entre el público, el gobierno y el proponente del proyecto. Si este es el caso, los ciudadanos y otras partes interesadas pueden hacer preguntas o se puede ofrecer oportunidades para que expresen sus puntos de vista. Dependiendo del sistema de EIA, se le puede exigir al tomador de decisiones que tome en cuenta estos puntos de vista. “Participar” es un término más activo y significa que el público tiene un rol sustancial en el proceso de EIA así como oportunidades para influir el diseño del proyecto o la decisión de autorización.<sup>92</sup>

Más allá de la terminología que se use para definir los derechos de participación del público, los ciudadanos deberían hacer el mayor esfuerzo posible para comprometerse tanto y tan efectivamente como sea posible en el proceso de EIA.

---

90 Ejemplos de los sistemas de EIA con más provisiones detalladas sobre participación pública incluyen China, la Unión Europea (mediante la Convención Aarhus), y los EEUU. Ver por ejemplo, Las Medidas Provisionales sobre Participación Pública en la Evaluación de Impacto Ambiental, 2006 (China); Convención para el Acceso a la Información, Participación Pública en la Toma de Decisiones y Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales (1998) “Convención Aarhus”; 40 CFR §§1502.19, 1503,1506.6 (EEUU). Ver también la legislación de la Unión Europea a cargo de la implementación de la Convención Aarhus, la que se encuentra en <http://ec/europa.eu/environment/aarhus/#legislation>.

91 Caso Asociación de Conservación del Norte de Jamaica v. Autoridad de Conservación de los Recursos Naturales & Anor [2006] HCV 3022 de 2005 (disponible en <http://www.elaw.org/node/1629>). Ver también Regina v. Autoridad de Salud de Devon del Norte y Este, ex parte Coughlan [2001] QB 213, 258 (“Es aceptado que aun exista o no el requisito legal de realizar una consulta pública, si se realiza, esta debe hacerse adecuadamente. Para que sea adecuada, una consulta debe llevarse a cabo en el momento que las propuestas todavía están en las fases preliminares, debe incluir razones suficientes para que las propuestas en particular permitan a quienes son consultados a dar consideraciones inteligentes y que tengan una respuesta inteligente; se debe dar tiempo suficiente para este fin, y el producto de la consulta debe tomarse en cuenta a conciencia cuando se toma la decisión final.”)

---

92 Ejemplos de definiciones del término participación pública pueden encontrarse en: Parte 1 de la Guía de Participación Pública de la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental. La guía está disponible en línea en <http://www.ceaa.gc.ca/default.asp?lang=Eb&n46425CAF-1&offset=4&toc=show>

---

## 4.3 ACCESO A LA INFORMACION Y A LOS EIA

La mayoría de sistemas legales estipula que los documentos de EIA deben estar disponibles para que el público los lea y revise. Es probable que exista al menos un lugar público designado para que el EIA se encuentre disponible. Este lugar puede ser la oficina de una agencia, en internet, o en bibliotecas públicas.

Algunas leyes de EIA exigen que el público deba tener acceso a la información de respaldo del EIA. Si esto no es claro, los ciudadanos deberían

insistir para en su derecho a acceder a esos documentos, especialmente a los documentos que son aludidos en el propio EIA.

No es raro encontrar discrepancias entre el EIA y los documentos de referencia científicos y técnicos, o hasta errores que pueden arrojar dudas sobre las afirmaciones y conclusiones contenidas en la EIA. Estas discrepancias pueden usarse para demostrar que las afirmaciones y conclusiones contenidas en un EIA son erradas.

---

## 4.4 LA IMPORTANCIA DE PARTICIPAR LO MÁS PRONTO POSIBLE

En condiciones ideales, se debería participar en un proceso de EIA lo más temprano posible – aun desde la etapa de screening. En muchos sistemas de EIA, la primera oportunidad de involucramiento público es durante la etapa de scoping. En ese momento, es importante asegurar que se identifiquen los problemas significativos y que se consideren las formas alternativas de implementar el proyecto.

Se debería encontrar la forma de involucrarse en el proceso tan pronto como uno sepa que la minera ha empezado un proceso de EIA a fin de asegurarse que la EIA incluya información precisa y que refleje las preocupaciones ambientales y de otros tipos proveniente de la comunidad local.

Cuanto más temprano se involucra a los ciudadanos en el proceso, se tendrán más posibilidades que estos influyan en la toma de

decisiones sobre el proyecto. Es más fácil cambiar un proyecto durante su diseño que después de que los estudios se han completado y el EIA ha sido esbozado. Además, es mucho más fácil para el tomador de decisiones o proponente del proyecto descartar o ignorar ciertas preocupaciones cuando el proceso está en sus fases finales.

Si una comunidad se entera de un EIA en proceso y ha perdido la oportunidad de comentar durante las fases de revisión y enfoque, no debería renunciar a su derecho de participar. La participación pública es crítica en todas las etapas durante el proceso y, en algunos sistemas, se exige que uno haya participado en el proceso de revisión antes de cuestionar la adecuación de una EIA en la corte de justicia.

---

## 4.5 CÓMO PREPARAR COMENTARIOS ESCRITOS EFECTIVOS

Al esbozar las metas y principios de un proceso de EIA, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) señala que “las agencias gubernamentales, miembros del público, expertos en disciplinas relevantes y los grupos de interés deberían permitir oportunidades apropiadas para comentar el EIA” antes de que se tome una decisión sobre una actividad que probablemente tenga un efecto significativo en el ambiente.

Las leyes que rigen el proceso de EIA probablemente especificarán un periodo de tiempo para que el público revise el borrador de la EIA y presente comentarios por escrito. En el caso de que la ley no lo especifique, la autoridad o ministerio a cargo pueden sacar un aviso señalando hasta que fecha se pueden presentar comentarios. Si el EIA es particularmente extenso o incluye problemas complejos, considere solicitar una extensión del plazo para presentar comentarios escritos.

En lugar de hacer afirmaciones generales, intente ofrecer información específica sobre la manera en que el proyecto lo afectaría a usted, a su comunidad o al ambiente de los alrededores, sus comentarios serán más efectivos si señalan mandatos de leyes nacionales y normatividad que el EIA o el proyecto propuesto están violando. Si su Constitución garantiza el acceso al agua limpia o garantiza el derecho a vivir en un ambiente saludable, es recomendable destacar esos derechos legales en sus comentarios escritos en caso de que ellos puedan ser afectados por una propuesta de proyecto minero.

Presentar comentarios escritos es importante para demostrar más adelante que usted ha participado en la revisión del EIA. Si decide apelar la aprobación de un EIA para una mina en particular, su caso será más sólido si sus comentarios escritos abarcan todos los problemas que usted más adelante va a presentar en la corte.

---

## 4.6 ¿CÓMO PARTICIPAR EFECTIVAMENTE EN AUDIENCIAS PÚBLICAS?

Antes de participar en una audiencia pública, necesita considerar quien es su público objetivo. ¿Está usted sólo tratando de informar a los tomadores de decisión, o está también intentando llamar la atención del público o los medios de comunicación en el tema? La mayoría de personas que asisten a una audiencia pública están probablemente intentando dirigirse ambos públicos. Por lo tanto, aunque sus comentarios escritos hayan articulado la mayoría de sus preocupaciones a los deberes legales de las agencias involucradas, su testimonio oral en una audiencia pública debe buscar destacar los impactos que puedan afectar a la comunidad en su conjunto, y explicar las razones por las

que otras personas deberían compartir sus preocupaciones.

Si usted tuviera problemas de importancia en particular sobre el proyecto, debería poner esas preocupaciones por escrito de manera simple, enunciando los puntos específicos que le preocupan, y entregarlos al inicio de la audiencia al tiempo de alentar a otras personas a hacer lo mismo.

Antes de una audiencia, es buena idea buscar expertos respetados tales como doctores en medicina, toxicólogos y otros que entiendan el probable impacto de un proyecto propuesto

y estén dispuestos a testificar oralmente en la audiencia. También es una buena idea asegurarse que asistan los miembros de la comunidad local que podrían ser afectados por el proyecto (en gran número si fuera apropiado) a fin que expresen sus preocupaciones.

En algunas audiencias, es una buena idea lograr ser incluido en agenda lo antes posible. Si están

allí los medios de comunicación para cubrir el evento, es posible que no se queden para toda la audiencia y podrían estar influenciado por los acontecimientos que sucedan al inicio. Usted también debería considerar avisar a la prensa sobre la audiencia para asegurarse que ellos cubran el evento.

---

## **4.7 CUESTIONANDO LAS DECISIONES ADVERSAS TOMADAS DURANTE EL PROCESO DE EIA**

Una medida importante para mantener la justicia y transparencia de un proceso de EIA es la oportunidad de buscar la revisión administrativa y judicial de los aspectos sustanciales y resultados del proceso. La posibilidad de contar con que un árbitro independiente revise una decisión, impone un elemento de rendición de cuentas en el tomador de decisiones. La disponibilidad de una revisión administrativa y judicial también permite a los ciudadanos hacer cumplir sus derechos de participación y su derecho a acceder a la información ambiental,

### **4.7.1 Revisión administrativa**

Para las partes que discrepan de una decisión tomada durante el proceso de EIA o si el proceso en sí mismo tuvo errores, el siguiente paso será, con frecuencia, solicitar la revisión administrativa de la decisión. Generalmente esto significa que la decisión será revisada por un funcionario de más alto nivel dentro de la agencia o ministerio que

tomó la decisión o por una corte administrativa. En muchas jurisdicciones, las cortes de justicia no aceptan una solicitud de revisión judicial si la parte solicitante no ha buscado una asistencia administrativa primero.

Las apelaciones administrativas pueden ser útiles porque ellas tienden a ser menos caras y más rápidas que los procedimientos judiciales y ofrecen una oportunidad para afinar argumentos a ser presentados más adelante en la corte de justicia. Los funcionarios de las agencias o las cortes administrativas pueden estar más familiarizados con el tema y asuntos legales. Sin embargo, las apelaciones administrativas pueden ser igualmente frustrantes si existe corrupción o retrasos debido a influencias externas impropias o una acumulación de casos.

Muchas jurisdicciones garantizan el derecho ciudadano de apelación administrativa a una decisión tomada por una autoridad pública.

### **Temas típicos de una apelación**

- Fallas en mostrar ciertos impactos ambientales adversos
- Falta de oportunidades u oportunidades inadecuadas para la participación pública
- Omisiones en el contenido requerido de la EIA (por ejemplo, rango inadecuado de alternativas, falta de medidas de mitigación, fracaso al evaluar los impactos acumulados
- Ausencia o inadecuación de un aviso sobre la disponibilidad de un EIA para la revisión pública



Existen tres principios básicos de ley administrativa que guía la toma de decisiones:

1. El tomador de decisiones debe tomar en cuenta todas las consideraciones relevantes y no debe ser influenciado por información externa o demostrar un sesgo;
2. Los poderes discrecionales deben ser ejercidos dentro de los límites de la legislación que otorga la autoridad (por ejemplo, la decisión no puede ser virulenta); y
3. La población afectada por una decisión administrativa tiene derecho a la igualdad procedimental

Si alguno o varios de estos principios son violados, puede haber fundamentos para pedir una revisión administrativa de la decisión. Es muy importante estar consciente de los plazos de apelación, los cuales son usualmente mucho más cortos que los establecidos por los estatutos civiles. La ley de EIA o una ley general de procedimiento administrativo establecerán dichos plazos, señalando que debe presentarse una apelación o solicitud dentro de un cierto número de días desde que se adoptó una decisión.

La revisión administrativa, como su nombre lo señala, normalmente incluye una revisión de los documentos que fueron reunidos o preparados durante el proceso de EIA (también denominado "registro") a fin de determinar si la decisión fue la apropiada. Usualmente no hay oportunidad de presentar información nueva y una parte está limitada a ofrecer un pronunciamiento o razones para apoyar la apelación. Debido a que el enfoque de la revisión es limitado, la apelación administrativa será lo más exitosa posible si esta señala los errores o fallas en el proceso de EIA o ejemplos específicos sobre donde la EIA no satisface las exigencias de contenido establecidos en la ley aplicable.

## 4.7.2 Revisión judicial

Si el tomador de decisión actúa inadecuadamente o si la decisión no cumple las exigencias de fondo de una ley de EIA entonces la decisión debe ser revisada por una corte, suponiendo que la jurisdicción permita la revisión judicial. A pesar de que el Principio 10 de la Declaración de Río y otras leyes internacionales reconocen el derecho ciudadano a tener acceso efectivo a los procedimientos judiciales y a obtener compensación y medidas correctivas en asuntos ambientales, no todos los países reconocen este derecho y han aislado las decisiones ministeriales de la revisión judicial.

Aun en los casos en que la revisión judicial está disponible, las cortes permiten ejercer la revisión de una decisión administrativa. Es más, la corte buscará ver si el proceso de EIA fue correctamente llevado y, en algunos casos, si la decisión cumple los requisitos sustantivos de la ley de EIA. La autoridad de la corte y los fundamentos permitidos para revisión se describirán por estatuto – tales como el procedimiento administrativo, el procedimiento civil, o el acto de revisión judicial. Algunas jurisdicciones tienen cortes especializadas para revisar decisiones administrativas. Es importante entender los límites de la discrecionalidad de la corte y que problemas puede revisar, de forma que el reclamo sea presentado adecuadamente. Un caso en la corte no tendrá éxito o puede hasta ser rechazado si la parte demandante plantea problemas que la corte no tiene autoridad para revisar.

La revisión judicial puede complicarse con ciertas limitaciones legales y prácticas, tales como el alto costo de obtener representación legal y testigos expertos, la posibilidad de que el costo sea luego cargado a un demandante que no tuvo éxito, y que los requisitos de las demandas que restrinjan severamente el enfoque de los demandantes. Algunas jurisdicciones han decretado requisitos para reducir los costos en los casos de interés público o han suavizado los requisitos para demanda pero litigar es todavía caro. Aun en los casos en que una parte es capaz de llegar hasta la corte para cuestionar la aprobación de un

proyecto minero, los jueces son con frecuencia resistentes a revertir o hasta revisar decisiones administrativas, en particular cuando la disputa se centra en problemas técnicos que se encuentren dentro del campo de experticia de una agencia o ministerio.<sup>93</sup> A pesar de estos obstáculos, la revisión judicial puede ser una herramienta muy útil<sup>94</sup>

A comienzos del 2010, un juez administrativo del Departamento de Interior de los EEUU falló en contra de una licencia para una mina superficial de carbón otorgada por el Estado de Arizona porque la agencia que supervisaba el proyecto minero, la Oficina de Minas Superficiales (OSM), incumplió con preparar una declaración de impacto ambiental (DIA) adicional luego que la empresa minera cambió el proyecto. Una coalición de grupos ambientales e indígenas cuestionó esta licencia. El juez administrativo concluyó: “Como resultado [que la OSM no preparó la DIA adicional], la DIA final no consideró un rango razonable de alternativas para la acción propuesta, describió de forma errónea la línea de base y no logró un proceso de comentarios, ni toma de decisión informada de parte del público requerido por la [Ley de Política Nacional del Ambiente].”<sup>95</sup>

#### 4.7.2.1 La decisión de demandar

Un obstáculo importante que los potenciales litigantes ambientales pueden enfrentar es las condiciones existentes para un proceso (*Standing*

o *locus standi*) para llevar un caso ante la corte. *Standing* significa que una parte tiene el interés legal suficiente en el resultado de un caso o puede sufrir la afectación de un derecho legal. El interés por proteger el ambiente o hacer que las autoridades públicas cumplan con la ley es visto en algunas jurisdicciones como insuficientes para establecer un posicionamiento para demandar judicialmente.

En muchas jurisdicciones, no se considera que las asociaciones u ONGs formadas para la protección de intereses colectivos del público (tales como proteger el ambiente) tienen el interés legal suficiente porque los miembros del grupo no pueden establecer reclamos individuales. Este concepto es generalmente denominado “posicionamiento asociativo”. En esas jurisdicciones, los individuos que tengan un interés legal directo en juego, deben organizar la causa y cargar los costos y riesgos de esta.

Por otro lado, ciertos países (particularmente en América Latina) poseen normas abiertas que permiten la revisión judicial de la acción gubernamental a solicitud de cualquier miembro del público. Estos casos son conocidos como “acciones populares”.<sup>96</sup>

De manera similar, India tiene un cuerpo amplio de requisitos y un fuerte sistema que alientan el litigio en defensa del interés público para proteger los derechos ambientales<sup>97</sup>.

93 Ver por ejm. *Otadan v. Río Tuba Níquel Mining Corp.*, GR No. 161436 (2004) (Filipinas) (disponible en <http://sc.judiciary.gov.ph/resolutions/2nd/2004/2Jun/161436.htm>) (“Esta Corte ha sostenido consistentemente que las cortes no deberán intervenir en asuntos que sean pertinentes a la agencia a cargo de la regulación de actividades que se encuentren bajo el entrenamiento técnico y conocimiento especial de tal agencia.”)

94 En abril del 2010, la Corte Suprema Administrativa de Bulgaria revocó una licencia de una planta de procesamiento de metales en Chelopech por: (1) Había transcurrido más de dos años y medio entre las audiencias públicas del EIA y la fecha de resolución del EUA; 2) las comunidades afectadas fueron identificadas de manera incorrecta por el Ministerio del Ambiente; y 3) la propuesta técnica no consideró la mejor tecnología disponible para la escala de operación industrial. Ver “Corte de Bulgaria bloquea la planta Dundee Precious Chelopech”, Reuters, 16 de abril del 2010 (disponible en <http://reuters.com/article/idUSSGEFOH120100416>).

95 En re *Black Mesa Complex Permit Revision*, DV 2009-4-PR (5 de enero, 2010), en p. 36

96 Un ejemplo es el Art. 88 de la Constitución de la República de Colombia que establece “La ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad públicas, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza que se definen en ella. También regulará las acciones originadas en los daños ocasionados a un número plural de personas, sin perjuicio de las correspondientes acciones particulares. Así mismo, definirá los casos de responsabilidad civil objetiva por el daño inferido a los derechos e intereses colectivos.”

97 *S.P. Gupta vs. Union of India* AIR 1982 SC, en parr. 19º (“Es por esta razón que en el litigio de interés público – litigio que se lleva a cabo con el propósito de atender daños públicos, cumplimiento de funciones públicas, protección social, colectivas, derechos ‘difusos’ e intereses o reivindicaciones del interés público, cualquier ciudadano que actúa de buena fe y que tiene suficiente interés puede plantear un caso.”) *Estado de Uttaranchal v. Balwant Singh Chauhal & Ors* [2010] insc 54 (describiendo la historia del litigio de interés público y los requisitos flexibles para llevar casos).

#### **4.7.2.2 Enfoque de la revisión judicial**

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de jurisdicciones obedecen los principios generales de la ley administrativa y no permiten que una corte sustituya sus propias decisiones por la de un administrador o ministro. En su lugar, la corte evaluará la “racionalidad” de la decisión de

la agencia o ministro y si toda la información relevante ha sido considerada antes de adoptarse la decisión. Las cortes también revisarán el proceso de EIA a fin de asegurarse que los pasos que se exigen han sido respetados, tales como un adecuado aviso o la participación pública.

---

## **4.8 HACIENDO CUMPLIR LAS PROMESAS, COMPROMISOS Y CONDICIONES RELATIVAS AL PROYECTO**

En algunos sistemas legales, el EIA es en sí mismo un documento a ser cumplido. Al menos en algunos pocos países, los ciudadanos pueden llevar un caso de cumplimiento de EIA ante la corte de justicia.

### **4.8.1 Promesas contenidas en el EIA**

Como se ha descrito en secciones anteriores, un EIA para una mina probablemente incluye planes de mitigación y quizá planes de restauración luego de cerrada la mina. El EIA puede incluir compromisos específicos para usar ciertas tecnologías para proteger el agua subterránea de la contaminación o restringir las horas de operación para mantener las condiciones de vida del área cercana a la mina. Si la mina viola los compromisos de el EIA, los ciudadanos en algunos países podrán denunciar esas violaciones en la corte.

### **4.8.2 Condiciones contenidas en el otorgamiento de aprobación ambiental**

En otros países, la autorización ambiental basada en información incluida en el EIA es un documento a ser cumplido. La autorización ambiental incluirá, en general, las condiciones bajo las cuales la mina fue aprobada. En muchas jurisdicciones, estas condiciones pueden ser cumplidas a través de una corte.

#### **Consejos Generales para una Participación Efectiva en el Proceso de EIA**

- Identificar a los ministerios o agencias que ejercen una autoridad para la toma de decisiones sobre el proyecto propuesto.
- Identificar a los individuos clave responsables de las decisiones que nos conciernen.
- Colaborar y juntar fuerzas con las organizaciones o grupos que comparten intereses similares en los problemas que nos conciernen.
- Monitorear los diarios locales en lo referente a anuncios oficiales o artículos sobre el proyecto propuesto y las oportunidades para presentar comentarios o asistir a audiencias públicas.
- Participar tanto como nos sea posible en cada oportunidad ofrecida por el gobierno o proponente del proyecto, sea para presentar comentarios por escrito o asistir a audiencias públicas.



**Agregado**

Material grueso en la tierra, tales como arena, grava y piedra caliza que es extraída para su uso en la industria de la construcción.

**Aluvial**

Depósitos sedimentarios relativamente recientes que descansan en los lechos de los ríos, superficies inundadas, lagos o en pendientes de montaña (adj. aluvial).

**Balance de agua**

La suma neta de líquidos que fluyen dentro y desde un sistema dado.

**Beneficio**

Concentración o enriquecimiento de minerales preciosos.

**Cianuro**

Cualquier compuesto químico que contiene el grupo de cianuro, que consiste en un átomo de carbón unido mediante un enlace triple un átomo de nitrógeno. Los cianuros inorgánicos son generalmente sales del anión CN<sup>-</sup>. Hay muchos compuestos de cianuro – algunos son gases y otros son sólidos o líquidos. Aquellos que pueden liberar el ión de cianuro CN<sup>-</sup> son altamente tóxicos.

**Cianuración**

Método para extraer partículas de oro y plata expuestas del mineral chancado o molido disolviéndolos en una solución débil de cianuro (en tanques dentro de un molino o en pilas de mineral, en exteriores).

**Contaminación**

Acción de introducir sustancias perjudiciales (o cantidades excesivas de sustancias usualmente no peligrosas) al ambiente, causando impactos ambientales negativos.

**Degradación**

Reducción o pérdida de la calidad ambiental general o de un componente ambiental (por ejemplo, calidad del agua).

## **Desecho de roca**

Roca improductiva o material mineral que es de un grado muy bajo para ser procesado de forma rentable.

## **Depósito**

Ocurrencia natural de un mineral útil en una medida y concentración suficientes para ser rentable.

## **Depósito de relaves (también llamado: cancha, tranque, depósito de relaves)**

Una depresión usada para colocar los relaves de la operación minera, su principal función es permitir el tiempo suficiente para que los metales pesados se sedimenten o para que el cianuro se destruya antes que el agua sea reciclada nuevamente en el molino o tratada antes de ser descargada en la cuenca local.

## **Disposición de relaves secos**

Método para la disposición de relaves en el que estos son primero desaguados y después dispuestos sobre la tierra como una pasta o como relleno.

## **Drenaje ácido de mina (DAM)**

El flujo saliente de agua ácida de las minas metalíferas. Después de ser expuestas al aire y al agua, la oxidación de los metales sulfurosos (usualmente pirita, que es un sulfuro de hierro) dentro de las rocas que lo rodean y el desmonte, generan acidez.

## **Drenaje de ácido de roca (DAR)**

Ver drenaje ácido de mina

## **Efluente**

La descarga de un contaminante líquido desde una instalación o proceso industrial (también llamado desecho o residuo líquido).

## **Emisión**

El acto de emitir, liberar o descargar una sustancia al ambiente natural (por ejemplo, emisiones de contaminación del aire desde una fuente estable o móvil).

## **Emisiones fugitivas**

Liberación incontrolada o irregular de gases, vapores, o polvo que no son canalizados a través de ductos o chimeneas.

## **Ensayo**

Prueba química realizada en una muestra de minerales o metales para determinar el monto de metal valioso que contiene.

## **Exposición aguda**

Tipo de contacto con una sustancia que ocurre por una sola vez o durante y periodo corto y que por sí sola puede llevar a un grave daño biológico o a la muerte; las exposiciones agudas son usualmente caracterizadas por durar no más de un día.

## **Exposición crónica**

Exposición continua a una sustancia tóxica por un periodo extenso de tiempo, con frecuencia medido en meses o años.

**Extracción**

Proceso de explotación minera y remoción del mineral de una mina.

**Hábitat**

El ambiente físico natural que rodea, influye y es utilizado por las especies.

**Hidrometalurgia**

Se refiere al proceso o métodos por los que los metales son extraídos o purificados desde su fuente usando químicos basados en agua.

**Impacto**

Cambio (positivo o negativo) en el ambiente natural o en el ambiente del ser humano como resultado directo o indirecto de una acción o propuesta.

**In situ**

En la posición natural u original. Aplica para las rocas, el suelo o fósil cuando ocurre en la situación en la cual se formó o depositó originalmente.

**Lixiviación**

En minería, el uso de cianuro en el agua, u otro químico, que es aplicado encima de una fina capa de mineral molido para disolver y extraer el metal deseado (usualmente oro o cobre).

**Materiales peligrosos**

Sólidos, líquidos o gases perjudiciales para las personas, otros organismos vivientes, la propiedad o el ambiente tales como materiales explosivos, venenosos, químicamente activos (incluyendo a los ácidos y otros corrosivos), radioactivos o activos biológicamente (incluyendo desechos médicos).

**Medidas de mitigación**

Medidas consideradas necesarias para prevenir, reducir y, cuando es posible, remediar o compensar cualquier impacto significativo adverso sobre el ambiente.

**Mena**

Material que existe naturalmente y del cual se puede extraer un mineral o varios minerales. El término es usado generalmente para referirse a materiales metálicos y es modificado con frecuencia por el nombre del constituyente valioso (por ejemplo, mineral de hierro).

**Metal**

Elemento químico, compuesto o aleación caracterizada por una alta conductividad eléctrica. El metal es un buen conductor de calor y forma catión y enlaces iónicos con no-metales.

**Metal básico**

Cualquier metal no precioso (por ejemplo, cobre, plomo, zinc, níquel, etc.).

## **Metal pesado**

Elementos que exhiben propiedades metálicas. Se han propuesto muchas definiciones distintas – algunas basadas en la densidad, otras en el número atómico o el peso atómico y algunas en las propiedades químicas o toxicidad. El término metal pesado ha sido denominado como una “mala interpretación” por el Sindicato Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC por sus siglas en inglés) debido a las definiciones contradictorias y la ausencia de una “base científica coherente”. Existe un término alternativo que es metal tóxico para el que no hay consenso en su definición.

## **Mina subterránea**

También conocida como mina “de profundidad”. Usualmente localizada a varios metros o pies debajo de la superficie de la tierra, el mineral es retirado mecánicamente y transferido con un medio de transporte a la superficie.

## **Mina superficial**

Una mina en la que el mineral yace cerca de la superficie y puede ser extraída removiendo las capas de cubierta de roca y tierra.

## **Mineral**

Compuesto inorgánico que sucede naturalmente en la corteza de la tierra con un conjunto distintivo de propiedades físicas y una composición química definida.

## **Muestreo (de mineral)**

Tomar una parte representativa de un depósito de mineral que debería representar verdaderamente su valor promedio.

## **Operador**

Compañía o grupo que conduce las actividades de un proyecto. El operador puede ser el propietario o uno de los propietarios de un proyecto de negocios colectivo.

## **Perforación**

Un pozo vertical perforado en la tierra, generalmente con el fin de recoger muestras del suelo, muestras del agua subterránea, o corazones de la roca.

## **Pila de lixiviación**

Un área definida, relativamente plana, construida con las características de la contención de la solución, en las cuales el mineral se carga y después se disuelve con una solución para recuperar los minerales.

## **Pirometalúrgica/o**

Se refiere a los procesos o métodos por los que los metales son extraídos o purificados desde su fuente usando muy altas temperaturas (por ejemplo, derritiendo o calcinando)

## **Placer**

Depósito de arena y grava que contiene metales valiosos tales como oro, estaño o diamantes.

## **Plan de abandono**

Ver plan de cierre



**Plan de cierre**

Conjunto de medidas diseñadas para asegurar que las operaciones mineras se desarrollen y operen según una estrategia adecuada y con los recursos financieros necesarios para un eventual cierre de la operación. Un plan de cierre debe incluir una guía de desactivación, estabilización y desempeño de vigilancia de largo plazo de las instalaciones o unidades de manejo desechos.

**Plan de contingencia**

Una estrategia y conjunto de acciones para responder a una situación específica en la que algo malo sucede (derrame, fuego, desastre natural, y otras emergencias). Los planes de contingencia preparan a las empresas para responder a todos los peores escenarios posibles.

**Plan de monitoreo**

Conjunto de medidas diseñadas para de forma continua o repetida recoger información comparativa o medir en el ambiente a fin de evaluar si el desempeño de un proyecto minero cumple con los estándares exigidos y no impacta de forma adversa el ambiente.

**Pruebas cinéticas**

En minería, se refiere a una prueba química en la que una muestra es examinada por su potencial de causar drenaje ácido al someter la muestra a condiciones (por ejemplo, humedad y exposición al aire) que se acercan a la meteorización natural de la muestra.

**Prueba estática**

En minería, una prueba química en la que la muestra es examinada debido a su potencial para causar drenaje de mina ácido debido a la proporción de componentes ácidos y alcalinos en la muestra.

**Razón estéril/mineral**

El monto de unidad de sobrecapa que debe ser removida para obtener acceso a un monto de unidad de carbón o mineral.

**Recuperación**

La reconstrucción del paisaje en el que operó una mina a fin de hacer posible que este pueda ser nuevamente usado de forma segura para otros propósitos.

**Reducción de agua subterránea**

La reducción en el nivel del agua subterránea por efecto de su uso intensivo.

**Rehabilitación**

Proceso de limpieza para devolver un área en condiciones aceptables, aunque no necesariamente a las condiciones originales.

**Relaves**

Material rechazado de un proceso de chancado o molienda después de que la mayor parte de los minerales valiosos han sido extraídos.

**Relleno**

Desecho mineral o roca usada para cubrir los vacíos en las áreas minadas, incluyendo las minas de tajo abierto y las subterráneas.

## **Restauración**

El acto de reparar el daño a un lugar causado por la actividad humana, la industria o los desastres naturales. La restauración ambiental ideal es la recuperación del lugar lo mas parecido posible a su condición natural antes de ser perturbada.

## **Rocas básicas**

Rocas ígneas que son relativamente bajas en sílice e integradas sobre todo por minerales de color oscuro.

## **Sobrecapa, excedente, material estéril o desmonte**

Capas de tierra y roca que cubren un filón mineral. La sobrecapa es removida como paso previo a la extracción del mineral en la minería superficial y debería ser repuesta después de que se extrae el mineral de la tierra.

## **Socavón**

Una abertura primaria vertical o no vertical a través de las capas de la mina usada para fines de ventilación o drenaje y/o para albergar personal o material; conecta la superficie con trabajos subterráneos.

## **Sólidos suspendidos**

Cuando se refieren a la calidad del agua, son las muy pequeñas partículas sólidas que permanecen suspendidas en el agua. El nivel excesivo de sólidos suspendidos impide que dicha agua sea apropiada para beber o para la vida acuática.

## **Tajo abierto**

Una mina que está completamente en la superficie. Se refiere también a una mina de tajo abierto o mina a cielo abierto

## **Toxicidad**

El grado en el que una sustancia es capaz de dañar a un organismo expuesto. La toxicidad puede referirse a los efectos en todo un organismo, como un animal, una bacteria, o planta, así como a los efectos en la subestructura del organismo, tal como una célula (citotoxicidad) o un órgano (organotoxicidad), por ejemplo el hígado (hepatotoxicidad).

# Referencias

## Capítulo 1

Agencia para la Protección Ambiental de los EEUU (EPA), Título 40 del Código Federal de Regulaciones, Sección 70.2 <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2009-title40-vol15/xml/CFR-2009-title40-vol15-part70.xml>

Bebbington, A., & Williams, M. (2008) "Water and Mining Conflicts in Peru." Mountain Research and Development. 28(3/4):190-195. [http://snobear.colorado.edu/Markw/Research/08\\_peru.pdf](http://snobear.colorado.edu/Markw/Research/08_peru.pdf)

CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) "Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining." [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHSGuidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)

Earthworks Fact Sheet: Hardrock Mining and Acid Mine Drainage. [http://www.earthworksaction.org/pubs/FS\\_AMD.pdf](http://www.earthworksaction.org/pubs/FS_AMD.pdf)

Environment Australia (2002) "Overview of Best Practice Environmental Management in Mining." <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMOverview.pdf>

Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo (2002) "Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development: Chapter 9: Local Communities and Mines. Breaking New Grounds." <http://www.iied.org/pubs/pdfs/G00901.pdf>

MINEO Consortium (2000) "Review of potential environmental and social impact of mining." <http://www2.brgm.fr/mineo/UserNeed/IMPACTS.pdf>

Organización Mundial de la Salud (1946) Preámbulo de la Constitución de la OMS. Registros Oficiales de la OMS. No. 2, p. 100

T.E. Norgate and W.J. Rankin (2000) "Life Cycle Assessment of Copper and Nickel Production, Published in Proceedings, Minprex 2000, International Conference on Minerals Processing and Extractive Metallurgy, pp 113-138. [http://www.minerals.csiro.au/sd/CSIRO\\_Paper\\_LCR\\_CuNi.htm](http://www.minerals.csiro.au/sd/CSIRO_Paper_LCR_CuNi.htm)

## Capítulo 2

Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1998) "Principles of Environmental Impact Assessment Review." Publication No. 315B98012 600. <http://www.epa.gov/nscep/>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1995) "Environmental impact assessment of irrigation and drainage projects," 53 FAO Irrigation and Drainage Paper. <http://www.fao.org/docrep/V8350E/v8350e00.htm#Contents>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2002) "Environmental Impact Assessment Training Resource Manual, Second Edition." [http://www.unep.ch/etu/publications/EIAMan\\_2edition.htm](http://www.unep.ch/etu/publications/EIAMan_2edition.htm)

## Capítulo 3

Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1993) "Habitat Evaluation: Guidance for the Review of Environmental Impact Assessment Documents." <http://www.epa.gov/compliance/resources/policies/nea/habitat-evaluation-pg.pdf>

Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1994) "Technical Report: Design and Evaluation of Tailings Dams." <http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/industrial/special/mining/techdocs/tailings.pdf>

Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1994) "Technical Report: Treatment of Cyanide Heap Leaches and Tailings." <http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/industrial/special/mining/techdocs/cyanide.pdf>

Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1995) "Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of the Metal Mining Industry." <http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/metminsn.pdf>

Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1999) "Consideration of Cumulative Impacts in EPA Review of NEPA Documents." <http://www.epa.gov/compliance/resources/policies/nepa/cumulative.pdf>

Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1999) "Considering Ecological Processes in Environmental Impact Assessments." <http://www.epa.gov/compliance/resources/policies/nepa/ecological-processes-eia-pg.pdf>

Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (2005) "National Recommended Water Quality Criteria." <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqctable/>

Australia Water and Rivers Commission (2000) "Water Quality Protection Guidelines for Mining and Mineral Processing - No. 4: Installation of minesite groundwater monitoring bores." <http://www.water.wa.gov.au/PublicationStore/first/10137.pdf>

Australia Water and River Commission (2000) "Water Quality Protection Guidelines for Mining and Mineral Processing - No. 5 Minesite water quality monitoring."

- Australia Water and Rivers Commission (2000) "Water Quality Protection Guidelines for Mining and Mineral Processing - No. 10: Above-ground fuel and chemicals storage." <http://www.water.wa.gov.au/PublicationStore/first/10142.pdf>
- Burkhalter, C.J. et al (1999) "Precious Metals Heap Leach Facilities Design, Closure and Reclamation." [http://www.unr.edu/mines/mlc/conf\\_workshops/book1/chapter29.pdf](http://www.unr.edu/mines/mlc/conf_workshops/book1/chapter29.pdf)
- Centro Panamericano de Ciencias del Ambiente (CEPIS) (1981) "Environmental impact assessment methodologies description and analysis and first approach to environmental impact assessment methodologies application." <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep151/environ/environ.html>
- CFI/Grupo del Banco Mundial (Diciembre 2007) "Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining." [http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui\\_EHSGuidelines2007\\_Mining/\\$FILE/Final+-+Mining.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_Mining/$FILE/Final+-+Mining.pdf)
- Conservación Internacional (2000) "Lightening the Lode: A Guide to Responsible Large-scale Mining." <http://www.conservation.org/sites/celb/Documents/lode.pdf>
- Danihelka, P. and Cernanova, E. (2007) "Tailings dams: risk analysis and management." UNECE Workshop on Tailings Dams Safety. Yerevan, Armenia. [http://www.unece.org/env/teia/water/tailingdams/presentations/DanihelkaRISK\\_ANALYSIS\\_OF\\_TAILING\\_DAMS\\_F.ppt](http://www.unece.org/env/teia/water/tailingdams/presentations/DanihelkaRISK_ANALYSIS_OF_TAILING_DAMS_F.ppt)
- Departamento de Recursos Naturales del Estado de Colorado, EEUU, División de Minerales y Geología –Hard Rock Rules Effective October 1, 2006 <http://mining.state.co.us/rulesregs/HR%20and%20Metal%20adopted%20Aug%209%202006%20indexed.pdf>
- Environment Australia (2002) "Overview of Best Practice Environmental Management in Mining: Water Management." <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMWater.pdf>
- Federación Nacional de Vida Silvestre, EEUU (Febrero, 2000) "Hardrock Reclamation Bonding Practices in the Western United States." [http://www.earthworksaction.org/pubs/hardrock\\_bonding\\_report.pdf](http://www.earthworksaction.org/pubs/hardrock_bonding_report.pdf)
- Grupo del Banco Mundial, División de Petróleo, Gas y Minería (2008) "Guidance Notes for the Implementation of Financial Surety for Mine Closure." [http://siteresources.worldbank.org/INTOGMC/Resources/financial\\_surety\\_mine.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTOGMC/Resources/financial_surety_mine.pdf)
- Hewlett, L. (2007) "Tailings Dam Safety and Implementation of Safety Guidelines by a Tailings Dam Operator." [http://www.unece.org/env/teia/water/tailingdams/presentations/DENODam\\_Safety.ppt](http://www.unece.org/env/teia/water/tailingdams/presentations/DENODam_Safety.ppt)
- Instituto Internacional para el Manejo del Cianuro. <http://www.cyanidecode.org>
- Instituto Internacional sobre Desarrollo Sostenible (January 2002) "Research on Mine Closure Policy." [http://www.iiied.org/mmsd/mmsd\\_pdfs/044\\_cochilco.pdf](http://www.iiied.org/mmsd/mmsd_pdfs/044_cochilco.pdf)
- Jeyapalan, J. (2005) "Effects of fluid resistance in the mine waste dam-break problem." International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics. Vol 7:1. <http://www3.interscience.wiley.com/journal/110559848/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0>

Junta de Control de los Recursos Hídricos del Estado de California, EEUU. 22510. SWRCB - Closure and Post Closure Maintenance of Mining Units. (C15: Section 2574) <http://www.calrecycle.ca.gov/Laws/Regulations/Title27/ch7sb1.htm>

Maest, A.S., et al. (2005) "Predicting Water Quality at Hardrock Mines: Methods and Models, Uncertainties, and State-of-the-Art." [http://www.swrcb.ca.gov/academy/courses/acid/supporting\\_material/predictwaterqualityhardrockmines1.pdf](http://www.swrcb.ca.gov/academy/courses/acid/supporting_material/predictwaterqualityhardrockmines1.pdf)

Miller, G. y Jones, G. "Mercury Management in Modern Precious Metals Mines." Glenn Miller and Greg Jones – Departamento de Recursos Naturales y Ciencias Ambientales, Universidad de Nevada, Reno. <http://wman-info.org/resources/conferencepresentations/Mercury%20and%20Mining%2028Glenn%20Miller%29.ppt>

MINEO Consortium (2000) "Review of potential environmental and social impact of mining." <http://www2.brgm.fr/mineo/UserNeed/IMPACTS.pdf>

Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (1997) "Guideline for preparing a mining site rehabilitation plan and general mining site rehabilitation requirements." <http://mrnf.gouv.qc.ca/english/publications/mines/environment/guianmin.pdf>

Moran, R.E. (2002) "De-coding Cyanide: An Assessment of Gaps in Cyanide Regulation at Mines." <http://www.earthworksaction.org/pubs/DecodingCyanide.PDF>

ONTARIO REGULATION 240/00: Mine Development and Closure under Part VII of the Mining Act. [http://www.e-laws.gov.on.ca/html/regs/english/elaws\\_regs\\_000240\\_e.htm](http://www.e-laws.gov.on.ca/html/regs/english/elaws_regs_000240_e.htm)

Organización Mundial de la Salud (2006) "Guía para la Calidad del Agua de Bebida, tercera edición, Incluye la primera y segunda adenda" [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html)

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD) (2001) "Tailings Dams, Risk of Dangerous Occurrences, Lessons Learnt From Practical Experiences." Bulletin 121. <http://www.mineralresourcesforum.org/docs/pdfs/Bulletin121.PDF>

Queensland Environmental Protection Agency, Australia (2001) "Generic Terms of Reference for Environmental Statements for Non-Standard Mining Projects." <http://www.derm.qld.gov.au/register/p00443aa.pdf>

Surface Mining and Reclamation Act (SMARA) regulations of the California State Mining and Geology § 3704.1 Performance Standards for Backfilling Excavations and Recontouring Lands Disturbed by Open Pit Surface Mining Operations for Metallic Minerals. <http://www.conservation.ca.gov/omr/smara/Documents/010107Note26.pdf>

Szymanski, M.B & Davies, M.P. (2004) "Tailings dams : design criteria and safety evaluations at closure," British Columbia Mine Reclamation Symposium 2004. <http://www.infomine.com/publications/docs/Szymanski2004.pdf>

Verburg, R.B.M (2001) "Use of Paste Technology for Tailings Disposal: Potential Environmental Benefits and Requirements for Geochemical Characterization." IMWA Symposium 2001. <http://www.imwa.info/docs/BeloHorizonte/UseofPaste.pdf>

Western Australia Department of Industry and Resources (DoIR) (December 2006) "Review of Environmental Performance Bonds in Western Australia." [http://www.doir.wa.gov.au/documents/environment/ED\\_Min\\_GL\\_ReviewOfEnvPerformanceBonds\\_Dec06.pdf](http://www.doir.wa.gov.au/documents/environment/ED_Min_GL_ReviewOfEnvPerformanceBonds_Dec06.pdf)

## **Capítulo 4**

Declaración de Río sobre Ambiente y Desarrollo, Principio 10 (1992). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil. 3 al 14 de junio de 1992.

## **Referencias Adicionales**

Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) 40 CFR Part 440 - Effluent Limitation Guidelines for Metallic Mineral Mining <http://www.elaw.org/node/2841>

Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1994) "Technical Report: Design and Evaluation of Tailings Dams." <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/industrial/special/mining/techdocs/tailings.pdf>

Agencia para la Protección del Ambiente de los EEUU (EPA) (1994) "Background for NEPA Reviewers: Non-Coal Mining Operations." <http://www.epa.gov/compliance/resources/policies/nepa/non-coal-mining-background-pg.pdf>

Australian Department of Minerals and Energy (1999) "Guidelines on the Safe Design and Operating Standards for Tailings Storage." <http://www.elaw.org/node/1671>

Australia EPA (1995) "Best Practice Environmental Management and Mining Community Consultation and Involvement." <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMCommunity.pdf>

Australia EPA (1995) "Best Practice Environmental Management and Mining: Rehabilitation and Revegetation." <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMRehab.pdf>

Australia EPA (1995) "Best Practice Environmental Management and Mining: Tailings Containment." <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMTailings.pdf>

Australia EPA (1994) "Best Practice Environmental Management and Mining: Cleaner Production." <http://www.ret.gov.au/resources/Documents/LPSDP/BPEMCleanerProduction.pdf>

Banco Mundial (1998) "Environmental Assessment of Mining Projects." <http://www.elaw.org/system/files/22.pdf>

Bolton, B.R, et al (2003) "Acid Rock Drainage Management at the Ok Tedi Mine, Papua New Guinea." [http://www.oktedi.com/attachments/209\\_ARD\\_BOLT.PDF](http://www.oktedi.com/attachments/209_ARD_BOLT.PDF)

British Columbia Ministry of Energy and Mines, Canada (1998) "Policy for Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites in British Columbia." [www.em.gov.bc.ca/Mining/MinePer/ardpolicy.htm](http://www.em.gov.bc.ca/Mining/MinePer/ardpolicy.htm)

European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB) (2009) "Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities." [ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/mmr\\_adopted\\_0109.pdf](ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/mmr_adopted_0109.pdf)

Hamor, Tamas (2004) "Sustainable Mining in the European Union: The Legislative Aspect," *Environmental Management*, 33: 252-261. <http://www.springerlink.com/content/ywkj6nfnwhy418y4/>

Miranda, M., Chambers, D. & Coumans, C. (2005) "Framework for Responsible Mining: A Guide to Evolving Standards." [http://www.frameworkforresponsiblemining.org/pubs/Framework\\_20051018.pdf](http://www.frameworkforresponsiblemining.org/pubs/Framework_20051018.pdf)

Moran, R.E. "Cyanide in Mining: Some Observations on the Chemistry, Toxicity and Analysis of Mining-Related Waters." <http://www.earthworksaction.org/pubs/morancyanidepaper.pdf>

Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DAES) y Programa de Ambiente Industrias y Desarrollo (PNUMA) "Environmental Guidelines for Mining Operations." [http://commdev.org/files/814\\_file\\_UNEP\\_UNDESA\\_EnvGuidelines.pdf](http://commdev.org/files/814_file_UNEP_UNDESA_EnvGuidelines.pdf)

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) and International Council for Mining and Metals (ICMM), 2004. "Integrating mining and biodiversity conservation: Case studies from around the world." London, UK. <http://www.icmm.com/publications/767BiodiversityReport.pdf>

Western Australia Department of Minerals and Energy (2000) "Water Quality Protection Guidelines No. 1 Water Quality Management in Mining and Mineral Processing: An Overview." <http://www.water.wa.gov.au/PublicationStore/first/44631.pdf>

Zorilla, Carlos (2009) "Protecting Your Community Against Mining Companies and other Extractive Industries: A Guide for Community Organizers." <http://www.culturalsurvival.org/files/Guide%20for%20Communities.pdf>



# Apéndice

LISTA DE CONTROL DE EIA				
No.	Pregunta de revisión	Si	No	Notas
<b>1. General</b>				
1.1	¿Se explican la necesidad del proyecto y sus objetivos?			
1.2	¿Se describen los principales componentes del proyecto?			
1.3	¿Se identifica la ubicación de cada componente del proyecto usando mapas, planos y diagramas?			
1.4	¿Se describen todas las actividades involucradas en todas las fases del proyecto (exploración, desarrollo, explotación, procesamiento del mineral, cierre, recuperación)?			
1.5	¿Se describen todas las actividades involucradas en el beneficio del mineral y otros procesos?			
1.6	¿Se necesitan servicios adicionales para el proyecto (camino, agua, lixiviación, embalse de relaves, zonas de desecho, desagües, disposición de desechos, electricidad, campamentos)?			
1.7	¿Es probable que se construyan otras infraestructuras (aparte) como consecuencia del proyecto?			
1.8	¿El proyecto involucra la perturbación de grandes extensiones de tierra, desbroce del lugar o trabajos en la superficie?			
1.9	¿El proyecto involucra el almacenaje, manejo o producción de sustancias tóxicas? ¿Estas sustancias han sido identificadas y cuantificadas?			
1.10	¿El proyecto ha asegurado un fondo (de dinero) para la rehabilitación con las necesarias garantías financieras?			
1.11	¿El EIA incluye una evaluación detallada de las alternativas al proyecto?			
1.12	¿El área experimenta altos niveles de contaminación u otro daño ambiental?			

LISTA DE CONTROL DE EIA				
No.	Pregunta de revisión	Si	No	Notas
<b>2. Aspectos del ambiente</b>				
<b>Aire</b>				
2.1	¿El proyecto generará emisiones atmosféricas como producto de la combustión del combustible, procesos de producción, manejo de materiales, actividades de construcción u de otras fuentes?			
2.2	¿El proyecto implicará la quema de desechos como forma de disposición final de esta (desbroces, apertura de trochas, desechos de construcción)?			
2.3	¿El almacenamiento de desecho o insumos afectará la calidad del aire?			
2.4	¿El proyecto va a provocar ruido, vibración, luz o calor al ambiente?			
2.5	¿El proyecto estará ubicado en un área sujeta a condiciones atmosféricas adversas (cambios de temperatura, nieblas, vientos extremos)?			
<b>Agua</b>				
2.6	¿El proyecto demanda grandes volúmenes de agua o la disposición de grandes volúmenes de desagües, efluentes o descargas industriales?			
2.7	¿El proyecto provocará la perturbación de los patrones de drenaje (tales como represas, reubicación de los cursos de agua o el incremento de inundaciones potenciales)?			
2.8	¿El proyecto requerirá que se drague un canal de agua o que se corrija el curso de los arroyos?			
2.9	¿El proyecto implica la alteración de las características costeras debido a la construcción de infraestructura?			
2.10	¿El proyecto está localizado cerca de un curso de agua relevante (agua fresca o subterránea) o humedales?			
2.11	¿El uso del agua afectará la disponibilidad de la oferta local existente?			
2.12	¿El proyecto causará cambios significativos en el oleaje, el movimiento de sedimentos, erosiones, o circulación agua?			

LISTA DE CONTROL DE EIA				
No.	Pregunta de revisión	Si	No	Notas
<b>2. Aspectos del ambiente</b>				
Tierra				
2.13	¿El proyecto provocará perturbaciones en superficies amplias de terreno?			
2.14	¿El proyecto entra en conflicto con la actual zonificación o la política de uso de la tierra?			
2.15	¿El proyecto entra en conflicto con territorios indígenas?			
2.16	¿El proyecto estará ubicado en tierra de alto valor agrícola?			
2.17	¿Es probable que el proyecto provoque erosión?			
2.18	¿El control de la erosión provocará otros impactos negativos?			
Ecología				
2.19	¿El proyecto estará ubicado en las cercanías de un hábitat importante o valioso?			
2.20	¿Hay especies raras, vulnerables o en peligro de extinción en el área?			
2.21	¿El proyecto estará ubicado en o cerca a una línea costera susceptible de erosión?			
2.22	¿El proyecto estará ubicado en un área susceptible a terremotos o fallas sísmicas?			
2.23	¿El proyecto estará ubicado en un área de topografía escarpada que sea susceptible de erosión?			
2.24	¿El proyecto está ubicado en o cerca a áreas protegidas o un lugar con características naturales únicas?			
<b>3. Desechos</b>				
3.1	¿El proyecto necesitara la disposición de desechos, desmonte o efluentes?			
3.2	¿El proyecto demanda la disposición de servicios de manejo de desechos municipal o industrial?			
3.3	¿Tiene el proyecto el potencial de contaminar el agua subterránea?			

LISTA DE CONTROL DE EIA				
No.	Pregunta de revisión	Si	No	Notas
<b>4.</b>	<b>Sustancias peligrosas</b>			
4.1	¿El proyecto podría – en las fases de construcción, operación, cierre- involucrar el almacenamiento, manejo o transporte de sustancias peligrosas (inflamables, explosivos, tóxicos, radioactivos, cancerígenos, mutagénicos)?			
4.2	¿El proyecto involucra el uso regular de pesticidas, fertilizantes?			
<b>5.</b>	<b>Social</b>			
5.1	¿El proyecto demandará el empleo de un gran número de trabajadores?			
5.2	¿El proyecto tendrá una demanda significativa de instalaciones y servicios?			
5.3	¿El proyecto provocará cambios en las condiciones de salud?			
5.4	¿El proyecto afectará los ingresos de otros sectores productivos, comunidades?			
5.5	¿El proyecto estará ubicado en un área de alta densidad poblacional?			
<b>6.</b>	<b>Características históricas y culturales</b>			
6.1	¿El proyecto estará ubicado en las cercanías de recursos históricos y culturales valiosos?			