

## **GESTIÓN DE LOS COSTOS AMBIENTALES EN LA ACTIVIDAD MINERA**

Área 1: Tema 1



**Autora: Paula D. Parodi**  
[pdp09@hotmail.com](mailto:pdp09@hotmail.com)

**Argentina- Buenos Aires, U.B.A.- F.C.E- Octubre 2010**

# ÍNDICE

## RESUMEN

1. **INTRODUCCIÓN**
2. **CONOCIMIENTO DE LA INDUSTRIA**
  - 2.1. Tipos de minas
  - 2.2. Etapas del ciclo de explotación minera
3. **MARCO TEÓRICO DE LOS COSTOS AMBIENTALES**
  - 3.1. Definición
  - 3.2. Importancia de su reconocimiento
4. **IMPACTOS AMBIENTALES- EXTERNALIZACIÓN DE COSTOS**
  - 4.1. Agua
  - 4.2. Atmósfera
  - 4.3. Suelo
  - 4.4. Impactos mineros sobre aspectos sociales y culturales
5. **IMPACTO AMBIENTAL EN LAS FASES CLAVES DEL CICLO**
  - 5.1. Explotación
  - 5.2. Beneficiación
  - 5.3. Transporte
6. **MEDIDAS DE PREVENCIÓN, REMEDIACIÓN Y MITIGACIÓN- INTERNALIZACIÓN DE COSTOS**
7. **POLÍTICAS DE ESTADO**
  - 7.1. Garantías anticipadas por costos de remediación
  - 7.2. Legislación: Evaluación de Impacto Ambiental
8. **CONCLUSIÓN**
9. **BIBLIOGRAFÍA**

## RESUMEN

La minería es una de las fuentes de contaminación más importantes hacia el medioambiente, generando impactos negativos sobre los recursos aire, suelo, agua, salud humana y economía local.

Históricamente, las empresas han externalizado los costos de remediación motivo por el cual los mismos debieron ser subsidiados por los contribuyentes y ciudadanos locales.

Sin embargo en los últimos años, el tema medioambiental se transformó en una preocupación central para los gobiernos que desarrollaron una legislación más estricta a favor del medio ambiente. También esta preocupación, se desarrolló en el ámbito empresarial privado donde los bienes y servicios deben cumplir ciertos requisitos ambientales para ser aceptados en el mercado internacional. Es bajo este nuevo contexto, que las empresas mineras debieron internalizar los costos de remediación.

Por eso resulta necesario incorporar la variable ambiental en la gestión empresarial del sector, ya que su omisión se traduce en un aumento en la estructura de costos. Hay técnicas y tecnologías que permiten aplicar un enfoque preventivo desde los inicios de la actividad hasta el cierre de la mina, que no solo mitigan el impacto ambiental sino que además generan beneficios económicos mediante el ahorro de costos.

Por lo tanto, este trabajo presenta los impactos ambientales en cada fase del proceso a fin de detectar oportunidades de mejora y alternativas de implementación que contribuyan con la "Producción Limpia".

## **1. INTRODUCCIÓN**

La preocupación por el medioambiente se ha transformado en un tema central en la agenda política y empresarial.

La explotación minera es una de las más importantes fuentes de contaminación hacia el medioambiente. Esto repercute también en la gestión empresarial del sector ya que los impactos ambientales inciden en un aumento de la estructura de costos, que de no considerarse oportunamente se pone en peligro la continuidad de la compañía.

Por lo tanto, este trabajo tiene por objeto presentar la influencia de los costos ambientales en la explotación minera, con el fin de enriquecer el conocimiento en las áreas objeto de estudio y generar discusión sobre el tema para aportar soluciones concretas al sector productivo, dentro de un esquema de desarrollo sustentable.

En este contexto, la actividad minera a nivel mundial ha ido incorporando estándares ambientales que le permitan cumplir con los requerimientos de protección del medio ambiente. Particularmente a nivel nacional, el cumplimiento con lo estipulado en la Ley de Bases del Medio Ambiente, en el sentido de someter los proyectos mineros al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, tiene como objetivo internalizar al proyecto la mitigación de los impactos ambientales resultantes de las actividades desarrolladas por éste.

En el ámbito internacional, la elaboración de las normas internacionales de gestión y protección ambiental, ISO 14.000, aceptadas como estándares por la mayoría de los países desarrollados, ha puesto de relieve que la producción de bienes y servicios, deberá cumplir ciertos requisitos ambientales, sin los cuales, los productos no serán aceptados en el mercado internacional.

## **2. CONOCIMIENTO DE LA INDUSTRIA**

### **2.1. Tipos de minas:**

La clasificación más usual se basa en el parámetro de ubicación de las labores, es decir se tiene en cuenta si las labores se desarrollan por encima o por debajo de la superficie, dividiéndolas, respectivamente, en minas a cielo abierto y en minas subterráneas.

Las minas a cielo abierto, o minas a tajo abierto, son aquellas cuyo proceso extractivo se realiza en la superficie del terreno, y con maquinarias mineras de gran tamaño. La excavación se produce al aire libre, profundizando en la tierra y originando una hondonada.

La minería a cielo abierto abarca las formas más variadas de extracción de materias primas minerales de yacimientos cercanos a la superficie. Para ello se quita completamente el recubrimiento estéril y se extrae el material útil. Atendiendo a las propiedades físicas del material en bruto y a las características específicas del terreno, se utilizan diversos métodos de explotación<sup>1</sup>:

Extracción en seco: es similar para minerales sueltos y consolidados, con la diferencia de que estos últimos deben ser arrancados primero de la roca. Luego, al igual que en la explotación de materiales sueltos, serán cargados, transportados y procesados mecánicamente. Las minas a cielo abierto que se explotan en seco deben ser desaguadas.

---

<sup>1</sup> <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp>- Impactos Ambientales y Actividades Productivas  
Minería a cielo abierto

Explotación por vía húmeda: las materias primas sueltas se extraen mecánica o hidráulicamente y se transportan de la misma forma para su procesamiento. La mayoría de estas plantas de extracción se instalan directamente en el agua, y constan a menudo de plataformas flotantes en cauces de ríos o en lagos artificiales.

Explotaciones mineras ubicadas en la plataforma continental: se extraen materiales sueltos de yacimientos aledaños a la costa, llamados placeres marinos. Al igual que en la explotación por vía húmeda, el material se extrae y transporta por vía mecánica o hidráulica.

Minería submarina de profundidad: tiene por objetivo extraer materias primas del fondo marino.

La minería subterránea o de socavón desarrolla su actividad por debajo de la superficie a través de labores subterráneas. En términos comparativos, la maquinaria que se usa en la minería subterránea es mucho más pequeña que la que se utiliza a cielo abierto, debido a las limitaciones que impone el tamaño de las galerías y demás labores.

En la minería a cielo abierto o a tajo abierto los costos de arranque, excavación y transporte son menores, debido a la posibilidad de emplear maquinaria de mayor tamaño; permite mayor recuperación de las capas, venas o filones; no es necesaria la ventilación, ni el alumbrado, ni el sostenimiento artificial; permite utilizar explosivos de cualquier tipo y las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo son mucho mejores. Por el contrario, requiere una mayor inversión inicial en equipamiento y maquinaria; es necesario ocupar grandes extensiones de terreno y las condiciones de trabajo son a la intemperie. Además produce un importante impacto visual y medioambiental (polvo, ruido, etc.) en la zona en la que se desarrolla, lo cual lleva a un importante rechazo social a su implantación e incluso al cierre de las existentes.

## 2.2. Etapas del ciclo de explotación minera

El proceso de explotación minera está compuesto de distintas etapas que generan distintos impactos ambientales. Las mismas son<sup>2</sup>:



Fuente de elaboración propia

<sup>2</sup> Ministerio de Educación- "Guía didáctica de educación ambiental- Minería y Medioambiente"- 1999

## **1. Cateo y prospección:**

Es la etapa preliminar del proceso, y se realiza en áreas geológicamente seleccionadas susceptibles de ser explotadas por la potencialidad de ocurrencia de menas (vetas, diseminados, lavaderos).

Primero suele haber un reconocimiento preliminar (foto aérea, satelital, otros) y luego hay un cateo por el que se recogen rocas del suelo y cavan zanjas para obtener muestras y analizarlas físicamente (ver color, dureza, etc.), mientras que en la prospección se aplican análisis químicos y estudios geofísicos.

## **2. Exploración:**

Se realiza con el fin de mostrar las dimensiones, posición, características mineras, reservas y valores de los yacimientos minerales.

## **3. Desarrollo del proyecto**

La etapa de desarrollo y planificación del proyecto se ha identificado con las siguientes etapas:

- Desarrollo de la Ingeniería de detalle del proyecto, de la planta de tratamiento y de los servicios (infraestructura técnica).
- Desarrollo de la explotación de la mina.

Entre otras actividades pueden señalarse:

- Extracción de la roca que cubre el yacimiento (en el caso de operaciones a rajo abierto)
- Construcción de infraestructura subterránea de acceso a la mena.
- Construcción de la planta de tratamiento.
- Preparación de los residuos mineros y de los métodos de disposición de la planta de efluentes.
- Construcción de accesos (caminos, ferrocarriles, otros).
- Desarrollo del sistema de agua que abastece la planta de tratamiento y las instalaciones
- Preparación de la infraestructura social.

## **4. Explotación**

Dependiendo de la forma y de la localización de la mena, esta etapa se desarrolla en forma subterránea o a cielo abierto.

En ambos casos las actividades básicas que involucra son:

- chancado del mineral (proceso que permite disminuir el tamaño de las rocas mineralizadas)
- cargado
- extracción y transporte al lugar de acopio
- transporte hacia la planta de tratamiento.

## **5. Beneficiación**

Esta etapa está relacionada con la concentración del mineral comerciable, y aunque el proceso tiene distintos métodos, dependiendo del mineral, el paso previo es la pulverización de la mena. Los métodos usuales de beneficiación son:

- Por flotación. Es el más utilizado en los minerales que contienen sulfurados u oxidados, con excepción de los óxidos de níquel. Es un complejo proceso fisicoquímico el cual utiliza un gran volumen de agua y reactivos químicos.
- Por gravedad. Es un método por el cual se logra separar sólidos de diferentes densidades dentro de un líquido (o fluido), por ejemplo agua.
- Por lixiviación. Es tal vez el método más utilizado en la minería del cobre, el cual utiliza como agente reactivo el ácido sulfúrico.

Otros métodos que también se utilizan:

- Separación magnética.
- Selección eléctrica.

## 6. Labor General

Se refiere a la prestación de servicios auxiliares que se le da a un centro de operación minera, tales como ventilación, desagüe, izaje o extracción.

## 7. Transporte

Los centros de acopio, normalmente se ubican delante del concentrador. Estos pueden ser:

- Silos, tolva o depósitos
- Pilas cónicas, rectangulares, tipo rampa.

Desde los silos el material es extraído por medio de correas transportadoras, bandejas vibratorias; desde las pilas se puede transportar a través de túneles transportadores, por carros, palas mecánicas, entres otros.

Una vez dentro del concentrador, el material seco es tomado por correas transportadoras y la pulpa es bombeada a través de tuberías.

## 8. Comercialización

Consiste en la venta de minerales. El ejercicio de esta actividad es libre, para realizarla no se requiere del otorgamiento de una concesión.

No obstante, en las transacciones o contratos de compra-venta de productos mineros, tanto comprador como vendedor están obligados, bajo responsabilidad, a precisar la procedencia de los productos, esto es, deben identificar el derecho minero del cual ha sido extraído y/o especificar, en el caso de productos metalúrgicos, el certificado de planta de beneficio.

## 9. Cierre de la mina

Cuando la operación de una mina llega a su término, se deben adoptar diversas medidas con el objetivo de proteger la seguridad de las personas y los distintos componentes del medio ambiente.

Algunos de los problemas que requieren control son:

- Control del drenaje ácido (provenientes de distintas actividades y sectores de la mina)
- Estabilización de las pilas de desechos (estériles, finos y chancados)
- Control de la sedimentación
- Estabilización y control de relave
- Control de hundimientos (en particular de la minería subterránea)

En la actualidad muchas faenas mineras han incorporado un plan de cierre y abandono durante la etapa activa de la mina, como una forma de enmendar antiguos errores, y daños al medio ambiente. De acuerdo a la normativa contable internacional, estos costos de remediación deben ser tenidos en cuenta en el momento inicial de la explotación y deben reconocerse contablemente mediante su activación contra una provisión.

Una de las medidas que debe tomarse es la rehabilitación o recuperación. Este es el proceso de tratamiento del suelo ocupado por la explotación minera que tiende a minimizar la degradación del recurso agua, la contaminación del aire, el daño a la fauna acuática y terrestre. Tiende además a evitar la erosión, los aluviones y otros efectos adversos.

El objetivo es que el suelo pueda ser recuperado y sea factible desarrollar diferentes actividades según sean las características del terreno e intereses sociales.

La revegetación es una fase importante en la rehabilitación de los suelos. Revegetar un terreno, significa devolverle las condiciones ecosistémicas que potencialmente lo dejarían apto para otros usos.

Para los casos de rehabilitación los objetivos de revegetar se pueden resumir en:

- Estabilidad del suelo (o terreno) a largo plazo que lo protege contra la erosión hídrica y eólica.
- Reducción de la lixiviación a través del terreno.
- Disminución de la cantidad de elementos tóxicos vertidos en cursos de aguas y aguas subterráneas.
- Desarrollo de ecosistemas acordes al medio circundante que sirva para la recolonización de especies de la mina, y también a aquellas zonas indirectamente afectadas.

### **3. MARCO TEÓRICO DE LOS COSTOS AMBIENTALES**

#### **3.1. Definición**

AECA definió que el costo ambiental viene dado por el consumo de recursos ambientales en el proceso de producción, *“y representa la medida y valoración del consumo o sacrificio realizado o previsto por la aplicación racional de los factores medioambientales productivos de cara a la obtención de un producto, trabajo o servicio”*.

#### **3.2. Importancia de su reconocimiento:**

La identificación y el registro de los costos ambientales permiten detectar las causas generadoras de éstos, cuál es el motivo por el que se incurre en ellos, y cuáles son los impactos que provocan sobre el desempeño. Por tal motivo, no cabe duda que permitirá un manejo más efectivo de costos y, al mismo tiempo, asegurará beneficios ambientales óptimos.

Los costos medioambientales son un elemento más del costo de producción y tienen impacto en la fijación de los precios de venta, su rendimiento atraen la atención de la administración por las siguientes razones<sup>3</sup>:

---

<sup>3</sup> Pahlen, Ricardo J.M; Fronti de García, Luisa.- “Contabilidad Social y Ambiental”- Cap. XVI- Fronti, L; Nastasi,A- Ed. Macchi- 2004- Bs.As-Argentina.



- Son costos que en su mayoría no generan valor agregado al producto, proceso o sistemas, y por ende pueden ser reducidos significativamente o eliminados.
- Suelen estar ocultos en gastos generales contables
- Son susceptibles de ser compensados mediante la generación de ingresos. Por ejemplo, a través de la venta de desechos de productos
- Optimiza el rendimiento medioambiental
- Se pueden establecer con mayor exactitud los costos y los precios de los productos.
- Pueden darse ventajas competitivas con los clientes.

Estos costos tienen la característica de ser controlables ya que provienen de la gestión y estarán en función de la estrategia asumida. Es por ello que van a constituir un elemento más a tener en cuenta en la toma de decisiones, pasando a clasificarse como costos relevantes. Al iniciar una gestión medioambiental las empresas se encuentran con un incremento en su estructura de costos, operativos y no operativos, a medida que transcurra el tiempo van a poder lograr una mayor competitividad en sus productos, en virtud de una mejor cobertura para estos mayores costos.

La obtención de ingresos de manera directa, o bien evitando costos y pérdidas en el futuro, que se pueden obtener son:

|   |  |
|---|--|
| Disminución de riesgos, que implican:<br>Menores costos de mantenimiento.   | Ahorros operativos<br>Consumo de materias primas.                          |
| Mejor utilización de residuos:<br>Ahorros y reutilización de materiales y residuos.                               | Mejora de imagen pública:<br>Uso de logotipos, ecoetiquetas ecoauditorías. |
| Menores daños y molestias<br>Reducción del costo de las medidas directas de descontaminación y restauración, etc. | Ingresos monetarios efectivos:<br>Regalías de procesos, patentes y marcas. |

Fuente de elaboración propia<sup>4</sup>

Por lo expuesto, se deduce que si los costos medioambientales no son considerados, o que si el sistema elegido para registrarlos es inadecuado, la información contable será incompleta, lo que puede dar lugar, a largo plazo, a una pérdida de competitividad, poniendo en peligro la proyección temporal de la empresa (principio contable de empresa en marcha).

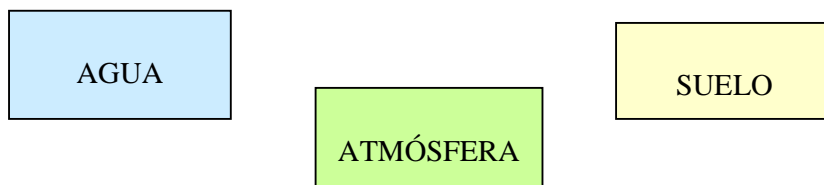
La externalidad es el costo de una actividad productiva, que no es tomado en cuenta por el sujeto que efectúa decisiones económicas, desde que el mismo no se hace cargo de ellas, puesto que las transfiere a otras personas o a la sociedad como un todo. Las externalidades pueden afectar bienes públicos, bienes comunes o bienes privados<sup>5</sup>. Cuando las empresas internalizan los costos ambientales, se hace referencia a que el sujeto que genera el impacto reconoce el costo de la remediación/mitigación del mismo debido a que responde económicamente por él. Las empresas generan este proceso de internalización cuando se ven obligadas a pagar por el daño causado, o en la medida que apliquen voluntariamente medidas preventivas y/o restauradoras de los mismos.

<sup>4</sup> Pahlen, Ricardo J.M; Fronti de García, Luisa.- "Contabilidad Social y Ambiental"-Cap. IV-Suarez Kimura, E- Ed. Macchi- 2004- Bs.As-Argentina .

<sup>5</sup> <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/445/cap8.html>

#### **4. IMPACTOS AMBIENTALES- EXTERNALIZACIÓN DE COSTOS**

Los impactos ambientales pueden observarse y analizarse a través de distintos recursos:



Fuente de elaboración propia

Además de estos recursos también se encuentra el impacto en la sociedad y en la cultura de la misma.

##### **4.1 Agua**

El agua es utilizada para abastecer las diversas necesidades de procesamiento de minerales, supresión de polvos, etc. Debido a las cantidades considerables de agua que se utiliza en la minería, se reduce el suministro a los pueblos y ciudades; además, pueden crear impactos negativos en lagos o salares debido a la reducción de los niveles de agua o del afloramiento de agua dulce generando la sequía de los afluentes y reduciendo el nivel del agua en pozos vecinos. Esto último aumenta los costos de bombeo de agua hacia la superficie para los afectados o podría forzarlos a perforar nuevamente y profundizar los pozos.

La reducción de vertientes y riachuelos puede afectar el uso de agua para el ganado y la vida silvestre nativa, así como los usos municipales y domésticos de agua. El agotamiento se detiene cuando lo hace la minería, pero los niveles de agua podrían requerir de muchos años para volver a su estado original.

Uno de los aspectos relevantes de la contaminación de las aguas por la actividad minera ha sido el daño producido a los organismos acuáticos, producto de los metales pesados. Los cianuros en determinadas concentraciones son letales para los peces y los sólidos suspendidos, provenientes de las etapas de molienda y beneficiación, interfieren con la capacidad de purificación del agua.

Los aportes de metales pesados, provienen del drenaje de las pilas de acopio del mineral, de los desechos estériles, así como también de las aguas de mina.

La infraestructura que debe ser construida para apoyar una operación minera y sus operaciones de procesamiento, genera residuos de alcantarillados, de tratamiento de aguas, aceites, petróleo, combustibles diesel, etc.

Las rocas pueden generar ácido, movilizandando muchos otros constituyentes químicos, los que podrían contaminar cuerpos de agua por décadas o incluso cientos de años después del cierre de la mina. Incluso el uso de explosivos aumenta las concentraciones de nitrato y amoníaco, provocando el incremento de la contaminación de cuerpos de agua.

La roca residual a menudo contiene concentraciones elevadas de sulfatos, metales tóxicos, no-metales, y componentes radioactivos. Dicha roca generalmente se desecha en montones en la superficie del suelo al borde de los tajos o fuera de las obras. Muchos contaminantes se pueden filtrar de estos montones de desecho, contaminando las aguas superficiales y subterráneas.

Los desechos de las fundiciones tales como la escoria y el material particulado (polvo), pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas.

Estos impactos se podrían describir como daños al:

- abastecimiento de agua para usos domésticos y municipales.
- usos en la ganadería y agricultura - en situaciones donde las filtraciones pueden impactar huertos o viñas.
- la salud de las personas.
- la pesquería y vida acuáticas.
- usos industriales de agua.

Entre los problemas asociados a los efectos específicos se encuentran:

- La interrupción del crecimiento y reproducción de fauna y flora acuática.
- Daño a los ecosistemas (cadenas tróficas, comunidades, otros)
- En algunos casos, contaminación de las fuentes de agua potable
- Efectos corrosivos en las bases de los puentes

## 4.2. Atmósfera

### 4.2.1. Polvo

El material particulado es uno de las mayores preocupaciones en la contaminación atmosférica externa relacionada con las faenas mineras y los concentradores. Ésta proviene de dos fuentes:

- Puntos o fuentes de fácil identificación: Fuentes fijas.
- Fuentes fugitivas o dispersas

| Fuentes Puntuales   | Fuentes Difusas                 |
|---|---------------------------------|
| Sitios de carga de mineral y desechos sólidos (camiones, correas transportadoras) | Zonas de descarga de desechos   |
| Sistema de transporte del mineral (correas transportadoras, tolvas)               | Sitios de acopio de la mena     |
| Planta seleccionadora del mineral al aire libre                                   | Rutas de transporte del mineral |
| Escapes desde las instalaciones de succión de polvo.                              | Sitios de disposición estériles |
| Chimeneas secadoras   |                                 |

El procesamiento de minerales y específicamente las operaciones de fundición, emiten cantidades masivas de partículas y gases aéreos potencialmente tóxicos.

Estos contaminantes aéreos pueden dañar tanto a los trabajadores de minas como a la población ubicada a bastante distancia de las operaciones mineras, la cual rara vez tienen una conexión económica directa con estas operaciones y no eligieron estar expuestos a tales impactos. Claramente, las empresas mineras han enfrentado los costos por la responsabilidad derivada de algunos impactos asociados a la salud de las personas.<sup>6</sup>

- reducción de la visibilidad, smog y neblina.
- impactos estéticos sobre casas, autos y vestimenta; decoloración y erosión de edificios debido a la presencia de ácidos
- impactos en la salud de la población, la cual puede sufrir enfermedades respiratorias y alergias, erupciones en la piel, reacciones tóxicas debido a contaminantes aéreos, entre otros.
- corrosión de metales, daños a equipo y entorpecimiento operacional.
- impactos en la calidad del agua y la vida acuática.
- contaminación de análisis de laboratorios por parte de contaminantes aéreos.

#### 4.2.2. Lluvia ácida<sup>7</sup>

La lluvia ácida se genera por los gases tóxicos emanados de las voladuras de las minas a cielo abierto, y causa diversos efectos nocivos sobre los ecosistemas y sobre los materiales:

- Aumentan la acidez de las aguas de ríos y lagos, lo que se traduce en importantes daños en la vida acuática, tanto piscícola como vegetal.
- Aumenta la acidez de los suelos, lo que implica cambios en la composición de los mismos, produciéndose la lixiviación de nutrientes importantes para las plantas.
- La vegetación expuesta directamente a la lluvia ácida sufre no sólo las consecuencias del deterioro del suelo, sino también un daño directo que puede llegar a ocasionar incluso la muerte de muchas especies.
- El patrimonio construido con piedra caliza experimenta también muchos daños, dado que se transforma en yeso, y éste es disuelto por el agua con mucha mayor facilidad y además, al tener un volumen mayor, actúa como una cuña provocando el desmoronamiento de la piedra.
- Los materiales metálicos se corroen a mucha mayor velocidad.

#### 4.3. Suelo

Otro de los problemas más importantes de la minería, y más difíciles de resolver, es el referido al drenaje ácido de la mina, que puede emanar desde diferentes actividades y lugares de la misma. Entre ellos<sup>8</sup>:

- Trabajos en la superficie y subterráneos
- Desechos rocosos (provenientes de la planta chancadora)

---

<sup>6</sup> [www.contramina.com/](http://www.contramina.com/) IMPACTOS AMBIENTALES EN LA MINERÍA. ALGUNAS NOTAS SOBRE SU COSTO ECONÓMICO. Robert Moran

<sup>7</sup> [www.quimica.urv.es](http://www.quimica.urv.es)

<sup>8</sup> [www.ecoamerica.cl/pdf\\_notas/67/eco67\\_18-21.pdf](http://www.ecoamerica.cl/pdf_notas/67/eco67_18-21.pdf)

- Sitios de acopio de estériles provenientes de la molienda u otro
- Desechos provenientes de embalses de relave, flotación, otros.

El drenaje se forma debido a la oxidación de minerales que expuestos al aire y agua reaccionan formando ácido sulfúrico y hierro disuelto. Parte del hierro se puede precipitar formando en el fondo de los lechos una capa roja, naranja o amarilla, que contiene el drenaje de la mina. Dicho drenaje puede generar:

- Daños a la vegetación lo que afecta a los cultivos, dejándolos potencialmente en calidad de tóxicos para el consumo humano y animal.
- Esterilidad de los suelos
- Impactos en la salud que podrían resultar del consumo de alimentos que fueron cultivados en tierras contaminadas.
- Contaminación de las fuentes de agua potable.
- Efectos corrosivos en las bases de los puentes.

#### **4.4. Impactos mineros sobre aspectos sociales y culturales<sup>9</sup>**

El desarrollo de la actividad minera provoca un flujo de trabajadores y sus familias hacia áreas que, a menudo, estaban escasamente pobladas. Esto es seguido por el desarrollo de empresas e instalaciones de apoyo que causan un gran aumento en la actividad económica y demanda de todos los recursos; lo cual con frecuencia es considerado como algo positivo. Algunos de los impactos potencialmente negativos más comunes son:

- presión sobre los gobiernos locales y la infraestructura educacional
- aumento de tránsito por caminos locales
- aumento en costos de mantenimiento de caminos
- inflación respecto de costos de bienes, trabajo, propiedad, e impuestos
- impactos potencialmente negativos sobre el turismo

Históricamente, la minería ha tenido ciclos económicos de auge y depresión que son considerados insostenibles. Cuando comienzan los ciclos de depresión, la zona económica no dispone de los mecanismos anti- cíclicos necesarios para amortiguar los impactos que terminan devastando la economía local.

## **5. IMPACTO AMBIENTAL EN LAS FASES CLAVES DEL CICLO**

### **5.1. Explotación**

En esta etapa los potenciales problemas ambientales están relacionados con la producción de polvo, ruido y vibraciones.

Especial atención merece en el caso de explotación a rajo abierto, el dinamitaje (voladura) cuyos problemas ambientales se asocian al material particulado y a la contaminación acústica. Ambos problemas, dependiendo de la cercanía de poblados o campamentos afectarán en mayor o menor grado a la población. Estos mismos problemas, relacionados con otros elementos del medio, los afectarán según el tipo de componente (flora, fauna, agua), y de la extensión del área de influencia directa de estas actividades.

### **5.2. Beneficiación**

---

<sup>9</sup> Ídem cita nro. 5

El impacto al medio ambiente de esta etapa está dado fundamentalmente por tres componentes del proceso:

- Uso del agua. Los volúmenes de agua utilizados, pueden disminuir el flujo de agua de la población local, y/o la capacidad de recarga de las fuentes de abastecimiento, especialmente si estas son subterráneas y su recarga es lenta.
- El uso de reactivos químicos, y la falta de tratamiento de las aguas residuales, puede producir contaminación de suelos y cuerpos de aguas.
- Los residuos sólidos resultantes de la flotación contienen varios tipos de “metales pesados” que sin tratamiento y con grados de concentración diversos tóxicos, contaminan desmedidamente.

### 5.3. Transporte

Los problemas específicos ambientales de esta etapa son los relacionados con las “pilas” de acopio, que dependiendo de su ubicación y manejo pueden generar material particulado, sedimentación y drenaje ácido, produciendo contaminación atmosférica e hídrica.

## 6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, REMEDIACIÓN Y MITIGACIÓN- INTERNALIZACIÓN DE COSTOS

- Planificación adecuada:

En la etapa de la exploración, se deberán considerar los componentes del ecosistema que los rodea como la flora, fauna, suelo, agua, etc. y determinar la fragilidad de cada uno de ellos. Una vez caracterizados estos componentes y su grado de sensibilidad, se define el método de prospección a utilizar.

Esta etapa deberá estimarse como caso especial y, por lo tanto, atenerse a consideraciones particulares (jurídicas y técnicas), cuando se desea desarrollar en áreas con estatus especial reconocido en la legislación vigente.

La etapa del desarrollo es clave dado que es la etapa en donde muchos de los impactos ambientales pueden evitarse mediante una planificación adecuada.

Durante la etapa de “desarrollo de la ingeniería de detalle” deben considerarse las variables ambientales, e incluir el concepto de la gestión ambiental como parte integrante de todo el proceso.

- Infraestructura con mantención a largo plazo

Se requiere la implementación de infraestructura que requiera de mantención a largo plazo, para prevenir el deterioro y la seria contaminación: tanques de relave (con o sin sellados), filtraciones, pilas de sedimentos de rocas (con o sin tapas), equipos de desvío, bombeo, filtración, áreas de revegetación, sistemas de tratamiento “pasivos”, entre otros.

Varios países desarrollados hoy cuentan con plantas de tratamiento en operación para corregir problemas de calidad del agua después del cierre de la mina. Se anticipa que algunas de estas plantas lleguen a operar por décadas después del cierre, o incluso para siempre. Tales plantas y equipos requieren de mantención continua y a largo plazo, siendo una de las actividades ambientales más costosas relacionadas con la minería.

El procesamiento del mineral generalmente requiere de tratamientos químicos para remover los metales pesados. Estos metales a menudo son filtrados directamente del mineral usando ácidos fuertes. De otro modo, los minerales sufren un proceso de molienda que implica compresión, adición de diversos químicos, combinado con procesos de separación física que producen residuos llamados relaves. Ambos

tipos de procesos resultan en desechos con altas concentraciones de químicos. En operaciones mineras modernas, los relaves generalmente son depositados en tanques especiales sellados con material sintético. Anteriormente, o cuando no se tomaban todas las previsiones, en estas operaciones los relaves podrían ser vertidos directamente en canales, vertientes o al mar.

Aún donde han sido construidos tanques de relave modernos, existen posibilidades significativas de contaminación a largo plazo, debido a la filtración que puede no ser detectada hasta después de varios años de operación o del cierre de la mina.

- Control del drenaje ácido

Una de las mejores defensas contra el drenaje ácido es prevenir que el material que lo genera entre en contacto con el aire y el agua. Es necesario resaltar que una vez comenzada la reacción es prácticamente imposible detenerla.

El control de la generación de ácido, se puede hacer a través de la remoción de uno o más de los componentes esenciales: azufre, aire, agua.

Algunas formas de control son:

- Separación de los desechos y mezcla. En esencia se trata de mezclar la roca generadora de ácido con otro tipo de roca, cuya composición sea neutralizadora.
- Aditivos base. Material alcalino, tales como caliza, cal, ceniza de soda pueden ser agregados a la roca sulfurosa, con el fin de mitigar las reacciones productoras de ácido.
- Cubrimientos. Tierra, arcilla y coberturas sintéticas pueden ser puestas sobre la roca generadora de ácido, con el fin de minimizar la infiltración de agua y aire.
- Bactericidas. La introducción de ciertos químicos que reducen la bacteria que cataliza las reacciones de la generación de ácido.
- Colección y tratamiento de los contaminantes. Se trata de coleccionar el drenaje ácido y someterlo a tratamiento, a través de métodos pasivos o activos.

- Mitigación de Polvo

Existen algunas medidas básicas que pueden implementarse a fin de disminuir el peligro de polvo en una mina:

- Mantener un control estricto en la fuente productora de polvo a fin de disminuir su generación o por lo menos evitar que contamine la atmósfera.
- Diluirlo lo antes posible.
- Filtrarlo.

- Reutilización y reaprovechamiento del pasivo ambiental minero<sup>10</sup>

Este dispositivo también permite la remediación de los pasivos ambientales mineros por reutilización y reaprovechamiento por parte de las empresas privadas o del Estado. Por ejemplo para este caso se podría usar la infraestructura, campamento, planta de beneficio o hasta las chimeneas antiguas que se hayan usado en las actividades mineras y que hoy constituyen pasivos ambientales.

---

<sup>10</sup> [www.minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe)

Del mismo modo, se podrá aprovechar económicamente algunos relaves mineros siempre y cuando la empresa se comprometa a remediarlos luego de su uso. Se viabiliza que los responsables de los pasivos ambientales mineros puedan reutilizarlos y reaprovecharlos, en adición a la opción de cierre.

Cabe indicar que la reutilización de los pasivos ambientales mineros podrá hacerse siempre y cuando se garantice su manejo ambiental y aquellas medidas destinadas a su mitigación, remediación y cierre.

El reaprovechamiento consiste en la extracción de minerales de pasivos ambientales tales como desmontes, relaves u otros que pudieran contener valor económico, determinando la obligación de su remediación ambiental

## **7. POLÍTICAS DE ESTADO**

### **7.1. Garantías anticipadas por costos de remediación<sup>11</sup>**

Los costos pueden aparecer bajo la forma de costos de prevención, para tratamientos directos o post-operacionales. Cuando los costos son internalizados por las operaciones de la empresa, generalmente aparecen como costos de inversión en tecnología ambiental. Sin embargo, a pesar del esfuerzo algunos impactos quedarán y sus costos potenciales tendrán que ser sostenidos por los contribuyentes y el público en general calificando esto como una externalidad.

En la mayoría de los países las regulaciones fracasaban al exigir a las empresas mineras pagar los costos asociados a muchos impactos post-operacionales, y sólo podían obligarlas a internalizarlos a través de procesos de litigación y la evaluación de costos de limpieza.

Es por esto que se está exigiendo una serie de garantías. Las minas actualmente se encuentran obligadas en algunos países (como Canadá y EE.UU.) a garantizar que los futuros costos ambientales serán afrontados aún si la empresa quiebra. Se han tomado acciones para asegurar que los costos ambientales de mediano y largo plazo sean internalizados dentro de los costos de operación de las empresas. Esto frecuentemente requiere que la empresa minera compre un bono de una compañía de seguros.

Tales obligaciones están siendo requeridas porque numerosas minas dejaron la carga de los costos de remediación a los contribuyentes. Así se exigen garantías que cubran el costo anticipado tanto del movimiento de tierras y revegetación como garantías que cubran problemas de calidad de agua a largo plazo.

Los costos asociados a la operación de una planta de tratamiento de agua, a menudo representan los costos de reparación a largo plazo más significativos. En consecuencia, es por esto que la hipoteca por anticipado de problemas de agua post-cierre se está volviendo una medida muy común.

También se han exigido a las empresas que provean seguros financieros adecuados, solamente para aquellos impactos que puedan razonablemente predecir. Se está considerando exigir a los operadores de las minas nuevas la adquisición de mejores seguros de responsabilidad ambiental, antes de la aprobación de los permisos. Es importante notar que las compañías de seguros normalmente fijan costos de cobertura sobre la base de riesgos asociados con accidentes que ocurran en una población de sitios similares. Así, se necesitan predicciones de alta calidad e independientes para desarrollar una estimación de una garantía razonable.

---

<sup>11</sup>Ídem cita Nro. 6



## 7.2. Legislación: Evaluación de Impacto Ambiental

Las legislaciones vigentes de diferentes países establecen requisitos mínimos que deben ser cumplidos. Entre ellos se encuentran las presentaciones de estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) o Declaraciones Ambientales.

En Argentina, la ley 24.585 garantiza la protección del ambiente y la conservación del patrimonio natural y cultural en el territorio argentino originado por la actividad minera. Entre las disposiciones establece en su artículo 6:

*“(...) deberán presentar ante la autoridad de aplicación, y antes del inicio de cualquier actividad especificada (cada etapa del ciclo de explotación analizadas en títulos anteriores) un Informe de Impacto Ambiental (...)”*

Luego la autoridad de aplicación evaluará dicho Informe de Impacto Ambiental y se pronunciará por la aprobación mediante una Declaración de Impacto Ambiental para cada una de las etapas del proyecto o de implementación efectiva.

Según lo establecido en la presente ley se describen determinados contenidos mínimos que deben informarse en los Informes de Impacto Ambiental para cada fase:

El Informe de Impacto Ambiental deberá contener en la:

### Etapa de prospección:

- tipo de acciones a desarrollar.
- riesgo eventual de impacto ambiental.

### Etapa de exploración:

- descripción de los métodos a emplear.
- medidas de protección ambiental.

El Informe debe ser aprobado por la autoridad de aplicación, previo al inicio de las actividades.

La (EIA) es el Procedimiento Técnico-Administrativo destinado a identificar e interpretar, así como a prevenir o recomponer, los efectos de corto, mediano y largo plazo que actividades, proyectos, programas y/o emprendimientos públicos o privados puedan causar daños al ambiente y la identificación de las medidas para su prevención, control y mitigación. Es decir que es una estimación predictiva de los impactos ambientales a fin de establecer medidas preventivas de mitigación y remediación.

## 8. CONCLUSIÓN

La preocupación por el medio ambiente y el cambio climático ha ido creciendo a lo largo de los años y se ha posicionado en las sociedades como un punto central a tratar. Esto ha llevado a que distintas áreas aborden el tema, entre ellas la Contabilidad.

La Contabilidad Ambiental de Gestión para que sea eficiente no puede dejar de considerar una variable estratégica como lo es el cambio climático. Las pruebas científicas son incuestionables: el cambio climático constituye una seria amenaza mundial, que exige una respuesta urgente basada en la cooperación mundial.

La minería es una de las explotaciones más contaminantes que se puede encontrar, dado que genera un impacto ambiental y social significativo en el área local en donde se desarrolla. Si bien por el tipo de actividad resulta utópico pensar en una explotación minera que no contamine, se puede aplicar una serie de medidas que mitiguen gran parte de los efectos y en algunos casos los eviten, permitiendo un ahorro de los grandes costos de remediación ambiental y el deterioro del área y de la comunidad.

Las legislaciones de los distintos países tienden a exigir requisitos cada vez más estrictos generando una presión sobre esta actividad, y a la que las empresas deberán adecuarse, para continuar operando. El Estado tiene un rol clave en la regulación de esta actividad ya que se trata de la explotación de recursos naturales.

Las empresas deben internalizar sus costos de remediación debido a que la única manera de mantenerse en el mercado, es mediante el reconocimiento de este tipo de costos, de lo contrario se estarían tomando decisiones bajo un escenario muy alejado del real. Es por esto que se requiere un sistema de información y de gestión íntegro. Además, el ente al administrar activamente los costos ambientales obtiene un negocio basado en la rentabilidad.

La elección de un sistema eficiente para registrarlos, permite además de disminuir los impactos ambientales a la comunidad, asegurar la continuidad de la empresa en el futuro, por disminuir su riesgo financiero (al tener en cuenta el riesgo ambiental) manteniendo el concepto de empresa en marcha.

No cabe duda que resulta necesario incluir los costos ambientales como variable cuando se desarrollan las estrategias empresariales. Las empresas deben asumir el compromiso de desarrollarse sustentablemente. Esto no implica que por ser responsables social y ambientalmente se busque castigar el resultado de su ejercicio, sino que la gestión íntegra que incluye la variable ambiental permite detectar oportunidades de mejora y desarrollar una ventaja competitiva a fin de asegurarse una presencia en el mercado y posibilitar un crecimiento sostenido.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

- Ministerio de Educación- "Guía didáctica de educación ambiental- Minería y Medioambiente"- 1999
- Pahlen, Ricardo J.M; Fronti de García, Luisa.- "Contabilidad Social y Ambiental"- Cap. XVI- Fronti, L; Nastasi,A- Ed. Macchi- 2004- Bs.As-Argentina
- Pahlen, Ricardo J.M; Fronti de García, Luisa.- "Contabilidad Social y Ambiental"-Cap. IV-Suarez Kimura, E- Ed. Macchi- 2004- Bs.As-Argentina
- Pahlen, Ricardo J.M; Fronti de García, Luisa.- "Contabilidad Ambiental, Segmento Contable para el Siglo XXI"-Cap. 19" Los costos ambientales y su influencia en la estrategia empresarial"- Parodi, P.- Carrizo, G.- Iarlori, N.- Ed. Cooperativas- 2006- Bs.As-Argentina
- Pahlen, Ricardo J.M; Fronti de García, Luisa.- "Contabilidad Ambiental de Gestión y Financiera, Informe Final: Primera Parte"-Cap. 8 "Los costos ambientales en la actividad agrícola"- Parodi, Carrizo- Ed. Centro de Investigación en Contabilidad Patrimonial y Ambiental- 2008- Bs.As-Argentina
- [www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/445/cap8.html](http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/445/cap8.html)
- [www.contramina.com/](http://www.contramina.com/) IMPACTOS AMBIENTALES EN LA MINERÍA. ALGUNAS NOTAS SOBRE SU COSTO ECONÓMICO. Robert Moran
- [www.quimica.urv.es](http://www.quimica.urv.es)
- [www.ecoamerica.cl/pdf\\_notas/67/eco67\\_18-21.pdf](http://www.ecoamerica.cl/pdf_notas/67/eco67_18-21.pdf)
- [www.minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe)
- <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp>- Impactos Ambientales y Actividades Productivas Minería a cielo abierto