

---

## Recursos naturales e infraestructura

# **G**uías prácticas para situaciones específicas: manejo de riesgos y preparación para respuestas a emergencias mineras

Zoila Martínez Castilla



División de Recursos Naturales e  
Infraestructura

Santiago de Chile, julio de 2003

Este documento fue preparado por la consultora Zoila Martínez Castilla y coordinado por Eduardo Chaparro Avila, Oficial de Asuntos Económicos de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de la autora y pueden no coincidir con las de la Organización.

---

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN impreso 1680-9017

ISSN electrónico 1680-9025

ISBN: 92-1-322202-5

LC/L.1936-P

Nº de venta: S.03.II.G.95

Copyright © Naciones Unidas, julio de 2003. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

---

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

## Índice

---

<b>Resumen</b> .....	5
<b>Introducción</b> .....	7
<b>I. Conceptos básicos</b> .....	9
A. Recursos naturales, minerales y minería.....	9
B. Biodiversidad.....	10
C. Ecosistemas .....	10
D. Desarrollo sostenible.....	10
E. Gestión ambiental .....	11
F. Terminología básica: impacto, amenaza, riesgo y vulnerabilidad.....	11
<b>II. Los pueblos mineros, el desarrollo sostenible y la gestión ambiental</b> .....	15
A. Los pueblos mineros.....	15
B. Construcción de ciudadanía... ..	16
C. La gobernabilidad e institucionalidad ambiental.....	17
D. Instrumentos de gestión ambiental.....	17
E. Participación ciudadana en la gestión ambiental.....	18
F. Beneficios de la participación ciudadana en la gestión ambiental.....	19
<b>III. Impactos y riesgos ambientales de la minería</b> .....	21
A. Los impactos generales de la minería.....	22
B. Impactos, amenazas y riesgos en las fases del ciclo minero.....	27
C. Peligros y riesgos típicos en la minería.....	31
D. Dos casos de accidentes mineros.....	35
<b>IV. Gobiernos locales: el manejo de riesgos</b> .....	41

A. Espacio local y el manejo de riesgos.....  
...41

B.	Problemas de los gobiernos locales frente al manejo de riesgos.....	42
C.	Ámbito de intervención de los gobiernos locales respecto a los impactos y riesgos mineros.....	43
D.	Responsabilidades y competencias de los actores en la gestión de riesgos mineros .....	44
<b>V.</b>	<b>La respuesta a emergencias mineras en el ámbito local</b> .....	<b>47</b>
A.	La participación ciudadana y el manejo de riesgos.....	47
B.	APELL para minería: una guía para promover la concientización y preparación para emergencias a nivel local .....	48
C.	Planes de emergencias, coordinación y comunicaciones.....	48
D.	El grupo coordinador: manejo de riesgos y respuesta a emergencias, funciones y composición.....	50
E.	La construcción de un plan de respuesta a emergencias mineras .....	51
<b>VI.</b>	<b>Consideraciones finales</b> .....	<b>59</b>
	<b>Bibliografía</b> .....	<b>61</b>
	<b>Serie Recursos Naturales e Infraestructura: números publicados</b> .....	<b>65</b>

## Índice de cuadros

Cuadro 1	Beneficios de la participación comunitaria en la gestión ambiental .....	19
Cuadro 2	Límites máximos permisibles de emisión de efluentes líquidos en la minería de Perú.....	25
Cuadro 3	Límites máximos permisibles, calidad de aire en la minería de Perú.....	25
Cuadro 4	Impactos, amenazas y riesgos en la fase de prospección.....	27
Cuadro 5	Impactos en la fase de exploración.....	28
Cuadro 6	Impactos en la fase de diseño del proyecto minero .....	28
Cuadro 7	Impactos en la fase de explotación.....	29
Cuadro 8	Impactos en la fase de procesamiento.....	30
Cuadro 9	Impactos en la fase de cierre y remediación.....	30
Cuadro 10	Los actores en el accidente de derrame de mercurio, Yanacocha, Perú.....	39

## Índice de recuadros

Recuadro 1	Los componentes básicos de la biodiversidad.....	10
Recuadro 2	Evolución de los paradigmas de la gestión ambiental.....	12
Recuadro 3	Empoderamiento.....	16
Recuadro 4	Miembros probables de un grupo coordinador.....	51

## Índice de gráficos

Gráfico 1	.....Niveles de la participación comunitaria en la protección ambiental	18
Gráfico 2	.....Evaluación de impacto ambiental, procedimientos básicos	22
Gráfico 3	.....10 pasos para “ <i>Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level</i> ” APELL .....	52



---

## Resumen

---

En las últimas décadas han ocurrido en América Latina dos hechos importantes que afectan al sector minero: 1) la expansión de las inversiones mineras y 2) un mayor espacio en la preocupación pública sobre los temas ambientales.

Se aprecia un desequilibrio entre las estrategias que se orientan al crecimiento económico en el marco del desarrollo sostenible y la debilidad en la praxis de la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre los proyectos que afectan la calidad de vida de las comunidades y en su interrelación con el sector minero privado.

Existen carencias, que se expresan en el desconocimiento público de lo que es la industria minera, así como de las implicaciones del concepto de sostenibilidad del desarrollo y de los nuevos derechos ciudadanos. Este hecho incluye a las autoridades locales de los pueblos mineros, cualquiera que sea su denominación: gobernadores, regidores, alcaldes o jefes administrativos.

Es frecuente que en los ámbitos de las operaciones mineras, las comunidades locales rurales se conviertan en anfitrionas pasivas de una actividad que poco conocen, y que trastoca su vida cotidiana y sus relaciones con el entorno.

Por razones sociales, institucionales, políticas, culturales y educativas, entre otras, se acumulan elementos de vulnerabilidad dinámicos, que acrecientan el factor de riesgo de las comunidades locales ante eventos o accidentes que pueden tener su origen, no sólo en la actividad minera, sino también en los fenómenos naturales y sus propias actividades cotidianas.

Al cambiar las sociedades sus características se modifican también sus condiciones de vulnerabilidad. Existe entonces una agenda pendiente, que debiera incluir el desarrollo de políticas públicas y acciones desde la esfera privada, con el objetivo del fortalecer y capacitar el recurso humano y sus comunidades urbanas y rurales. El desafío es la reducción de la vulnerabilidad, construyendo y potenciando capacidades, respetando la cultura y contribuyendo a que estas comunidades mineras sean actores en los procesos del crecimiento económico y el desarrollo sostenible.

En este contexto, es recomendable considerar el tema de los riesgos mineros como parte de los desafíos del desarrollo, entendido como la búsqueda del equilibrio entre las necesidades del crecimiento económico, la equidad social y la sostenibilidad ambiental.

La equidad social debe comenzar por disminuir las diferentes asimetrías existentes, trasladando información y conocimiento, como fundamentos de la constitución de una efectiva ciudadanía,-que se postula- es la vía para realizar un adecuado manejo de los riesgos y responder en forma eficaz y organizada a las eventuales situaciones de emergencia.



## Introducción

---

Hablar de minería obliga, entre otros aspectos, a hacer referencia al medio ambiente y a los riesgos a que están expuestas las comunidades locales por las actividades mineras; a los aspectos en que se interrelacionan y se afectan, aunque algunos sectores de la sociedad tienen una visión acaso forzada de una supuesta dicotomía entre la minería y los derechos sociales y ambientales de las poblaciones rurales en cuyo ámbito opera.

¿Cómo lograr el equilibrio entre la naturaleza y el hombre en el contexto de la minería?. Existen varias dimensiones para el análisis: la económica, la productiva–tecnológica, la ambiental, la social y la cultural entre las más importantes.

Los resultados del análisis pueden ser contradictorios de acuerdo con el marco espacial y político en que se realice. Por ejemplo, aunque el impacto económico minería-país puede ser sustantivo, ¿qué sucede con el impacto minería-comunidad local?.

El presente documento contiene guías prácticas sobre situaciones específicas para las autoridades locales: su manejo de riesgos y la respuesta a emergencias mineras. Está dividido en cinco capítulos. El primero contiene precisiones conceptuales relacionadas con los recursos naturales: minería, ecosistemas, desarrollo sostenible, gestión ambiental: impacto, amenaza y riesgo.

El segundo capítulo desarrolla el tema de los pueblos mineros, el desarrollo sostenible y la gestión ambiental. Contiene aspectos referidos a la gobernabilidad e institucionalidad ambiental.

En el tercero, sobre impactos y riesgos ambientales en la minería, se identifica a los actores del ciclo minero y se describen los impactos, amenazas y riesgos potenciales que origina la actividad minera. Refuerza la importancia de identificar los efectos probables de los impactos sobre el ambiente y la comunidad, como una herramienta de información que contribuya con los gobiernos locales para el diseño de estrategias, la formulación de políticas y la construcción de planes de preservación ambiental en su jurisdicción, el manejo de riesgos y la preparación para enfrentar las eventuales emergencias mineras. Describe además los peligros típicos de la minería, e incluye el análisis de dos casos de accidentes mineros.

El cuarto capítulo aborda el tema de los gobiernos locales y el manejo de riesgos en la industria minera. Se define el espacio local como el ámbito natural para el manejo de riesgos, desde donde deben construirse las capacidades para reducir la vulnerabilidad social y ambiental ante los riesgos de origen natural y antrópico que incluye los riesgos tecnológicos, entre los que se encuentran los mineros. Se refiere a los desafíos y problemas que deben enfrentar los gobiernos locales, trata el tema de los ámbitos de intervención y competencia y de los actores sociales locales respecto al manejo de riesgos.

El quinto capítulo trata sobre la respuesta a emergencias mineras en el ámbito local y desarrolla el Manual APELL para la Minería elaborado por UNEP. Se describen los pasos a seguir en la preparación local para la respuesta a emergencias mineras. Comprende la identificación de los participantes, la evaluación de riesgos y peligros locales, la construcción de un plan concertado entre los actores involucrados, el establecimiento de un centro de coordinación para emergencias y el comité de comunicaciones y sus funciones.

## **I. Conceptos básicos**

---

### **A. Recursos naturales: minerales y minería**

Los recursos naturales son una provisión de la naturaleza. Se les diferencia en dos grandes grupos: recursos naturales renovables, como las especies de la flora y la fauna y no renovables, como los minerales. Los minerales se pueden clasificar de acuerdo con diversos criterios, entre los cuales están su génesis (por ejemplo, hidro-termales), su composición (sulfuros), energéticos (carbón, si bien no es un mineral in estricto sensu), metálicos (cobre), materiales de construcción (minerales arcillosos), etc. Dentro de los recursos naturales no renovables se incluyen también los hidrocarburos en todas sus presentaciones.

Los minerales son considerados recursos potenciales. El mineral ubicado en un yacimiento no tiene valor económico hasta que es extraído y transformado. Su extracción está sujeta a la rentabilidad de la operación, estimada sobre la base de la calidad y cantidad de minerales detectados en un yacimiento y de su precio, entre otros factores.

La demanda de recursos mineros está en relación con los requerimientos de consumo de las sociedades industrializadas y el crecimiento de las economías de los países en desarrollo. Constituyen la principal fuente de materias primas indispensables para el hombre de hoy.

La minería es el conjunto de actividades orientadas a la extracción económica de los minerales presentes en un yacimiento, su comercialización y eventual transformación, mediante procesos físicos y químicos.

Las actividades mineras se realizan a través de un proceso conocido como ciclo minero, cuyos componentes son la identificación de los recursos mineros con valor económico, la construcción de las instalaciones mineras, la extracción, transporte de insumos y de mineral explotado y el cierre de las operaciones. Muchas veces el ciclo está asociado a los procesos metalúrgicos de transformación y beneficio, en las inmediaciones del sitio de explotación.

## B. Biodiversidad

La biodiversidad o diversidad ecológica está referida a la multiplicidad de especies que componen los conjuntos de seres vivos que se encuentran en diferentes ambientes. (Véase el recuadro 1)

Recuadro 1

### LOS COMPONENTES BÁSICOS DE LA BIODIVERSIDAD

- *La diversidad de las especies*, que está determinada por factores como el clima y la evolución biológica.
- *La variabilidad genética*, Es la variación hereditaria dentro y entre poblaciones de organismos cuya base está en los cromosomas (ADN). Este aspecto puede ser manipulado por tecnología tradicional o moderna a través de la biotecnología y la ingeniería genética. Es el caso del manejo de los recursos genéticos de la diversidad biológica: plantas, animales y otros organismos, para mejorar la producción de alimentos.
- *La diversidad de ecosistemas*, que se refiere a la distribución espacial de los diversos ecosistemas: bosques, lagos, ríos, marinos, desiertos, costeros, humedales etc. Estos albergan las especies animales y vegetales y sus poblaciones en forma de hábitat.
- *La diversidad de grupos y culturas humanas* Constituida por múltiples razas y etnias con sus propios idiomas y dialectos y manifestaciones culturales y conocimientos ancestrales. Además de poseer una variabilidad genética útil para la resistencia a enfermedades y adaptación a variadas condiciones ambientales.

Fuente: Sobre la base de Brack Egg, Antonio(2001)

## C. Ecosistemas

Un ecosistema es un sistema de formaciones naturales que comprende organismos vegetales, animales herbívoros, animales predadores, bacterias y microorganismos en una relación de interdependencia que permite su funcionamiento. Los ecosistemas tienen, a su vez, la capacidad de autorregulación y adaptación que hace posible mantener un equilibrio necesario para que todo el sistema funcione.

## D. Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible se define como la satisfacción de las necesidades presentes, sin comprometer la capacidad de las generaciones del futuro de satisfacer sus propias necesidades. Es una noción de desarrollo que busca la supervivencia de las economías y sociedades por largos períodos de tiempo, manteniendo o incrementando no sólo su capital económico, sino también su capital social y natural sin agotarlo. Es la búsqueda del equilibrio entre las necesidades del crecimiento económico, la equidad social y la sostenibilidad ambiental.

Esta dimensión ambiental fue incorporada por las Naciones Unidas en la Cumbre de la Tierra de 1992 realizada en Río de Janeiro, donde se adoptó el concepto de Desarrollo Sostenible. Como definición, tuvo su origen en la Comisión Brundtland, que entre 1984 y 1987 realizó un informe acerca de los efectos del desarrollo sobre el medio ambiente. Esta preocupación tiene como fundamento la evidencia de los límites de la capacidad regenerativa de los ecosistemas naturales frente a las actividades humanas, lo cual implica una visión ética del desarrollo.

## E. Gestión ambiental

Se define la gestión ambiental como: "equilibrar la demanda social de recursos naturales de la tierra con la capacidad del ambiente natural, respondiendo a esas demandas en una base sostenible" (Colby, 1990).

Los enfoques de la relación del hombre con la naturaleza han evolucionado en el tiempo y han influido sobre las políticas e instrumentos de los Estados y las políticas corporativas de las empresas respecto al medio ambiente. Los paradigmas han incorporado los avances científicos y el devenir histórico y económico (Véase el Recuadro 2).

El desarrollo tecnológico ha incrementado la demanda de los recursos naturales, que ha generado beneficios para la vida humana y también riesgos sobre los ecosistemas. Muchos desastres tienen origen antrópico; en forma indirecta por procesos de deforestación y contaminación, por ejemplo y de modo directo por accidentes industriales que han afectado a áreas naturales y poblaciones. En ocasiones ocurren fenómenos naturales que agudizan esta situación.

## F. Terminología básica: Impacto, amenaza, riesgo y vulnerabilidad

El término **impacto** se refiere al contacto entre dos elementos naturales o antrópicos distintos, que afecta la condición original de uno de ellos o de ambos. Puede ser positivo, es decir que produce algún tipo de mejora en la condición original existente, o negativo si es que causa deterioro en alguno o en todos los componentes de la misma.

En general se acepta que el concepto de **amenaza** se refiere al peligro latente o factor de riesgo externo, de un sistema o de un sujeto expuesto. (Cardona, 2001). El peligro es la propiedad intrínseca de una situación sobre personas u objetos y que no puede controlarse o reducirse.

El **riesgo** es el potencial de pérdidas que pueden ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, resultado de la concurrencia y mutuo condicionamiento de la amenaza y la vulnerabilidad. El riesgo está siempre asociado a la posible ocurrencia de un suceso no deseado. Por otro lado, el riesgo siempre puede ser administrado, actuando en su frecuencia, en sus consecuencias o en ambas. De esta forma, el riesgo se expresa en función de esos factores:

$$R = f(F, C)$$

Siendo: R = riesgo

F = frecuencia de ocurrencia

C = consecuencias (pérdidas y/ o daños)

El riesgo también puede ser definido así:

- combinación de incertidumbre y de daño;
- razón entre peligro y las medidas de seguridad;
- combinación entre evento, probabilidad y consecuencias.

Recuadro 2

### EVOLUCIÓN DE LOS PARADIGMAS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

**Oferta ilimitada de recursos:** Este enfoque trata la naturaleza como una oferta infinita de recursos (materias primas, energéticos, agua, suelo y aire). El progreso es sinónimo de crecimiento y prosperidad económica infinita. Hay acceso abierto a los recursos naturales y se conciben los bienes gratuitos. Las tecnologías utilizadas en los procesos productivos se caracterizan por un elevado uso de energéticos, pesticidas, nutrientes y agua. La eliminación de desperdicios no está regulada. Los factores biofísicos no son considerados más que como insumos y hay un desconocimiento público y privado del equilibrio ecológico. La naturaleza existe para beneficio instrumental de la humanidad, para ser explorada, manipulada, explotada y modificada para mejorar la calidad material de la vida humana. La mayoría de los países en desarrollo han seguido estos conceptos, que se justifican como un "mal menor" durante las primeras etapas del desarrollo industrial. La falla fundamental de esta visión es la falta de conciencia entre la dependencia básica de la economía y un vasto conjunto de recursos físicos y biológicos.

**Protección Ambiental:** Esta actitud se centra en la reparación de los daños, sin fijarse en la prevención. Desde la perspectiva económica, la ecología es una externalidad, y los niveles óptimos de contaminación se definen por su aceptación económica de corto plazo (y en consecuencia por consideraciones políticas) y no por los requisitos necesarios para mantener la resistencia del ecosistema. Los enfoques reguladores de comando y control tratan de alcanzar estos niveles. Las evaluaciones de impacto ambiental se hacen después del diseño del proyecto. Los organismos gubernamentales no son responsables de la planeación de actividades no contaminantes. Los gobernantes consideran que las preocupaciones ambientales son elitistas y corresponden a países desarrollados.

**Desarrollo Sostenible (eficiencia global):** La sostenibilidad es una restricción necesaria para el crecimiento. El análisis económico incluye todos los tipos de capital: financiero, humano, biofísico. Se introduce el principio "contaminador-pagador" (internalización de los costos de la contaminación). El clima y los procesos que lo regulan son recursos fundamentales que deben administrarse. Se toman en cuenta los servicios ambientales: cuencas, bosques, parques y reservas, basados en su valor derivado de la diversidad biológica, genética y de ecosistemas. Se intenta llegar a la determinación correcta de los precios de todos los recursos. Las preocupaciones ambientales no implican antagonismos con el desarrollo.

**Ecodesarrollo:** Este enfoque trata de reestructurar la relación entre sociedad y naturaleza en un juego de suma positiva, mediante la reorganización de las actividades humanas para crear sinergia con los servicios de los ecosistemas. La "ecologización" de la economía implica redefinir el concepto de eficiencia para incluir procesos que imitan a los procesos de los ecosistemas. Es rentable la prevención de la contaminación. Tomando como base el conflicto que existe entre los valores antropocéntricos y los biocéntricos, el ecodesarrollo busca sintetizar el ecocentrismo, rehusándose a colocar a

El **análisis de riesgos** es la actividad dirigida a la elaboración de una estimación del riesgo, basada en métodos y técnicas estructurados, para promover la combinación de las frecuencias y consecuencias de un accidente.

La **evaluación del riesgo** es un proceso que utiliza los resultados del análisis de riesgo para tomar decisiones con relación a la gestión del riesgo. Supone una estimación integral de los daños físicos esperados, las víctimas o pérdidas económicas equivalentes y el análisis de los factores sociales e institucionales relacionados con las comunidades.

La **gestión de riesgo** es la formulación y la implantación de medidas y procedimientos técnicos y administrativos orientados a prevenir, controlar o reducir los riesgos existentes. En las instalaciones industriales busca mantenerlas operando dentro de los requisitos de seguridad considerados tolerables.

La **vulnerabilidad** es un factor de riesgo interno, constituye la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social y cultural de un individuo, comunidad o sistema, de ser afectado o de sufrir daños en caso de un fenómeno natural o antrópico desestabilizador. A mayor vulnerabilidad, mayor será la severidad de los efectos. En América Latina la vulnerabilidad está asociada a factores de exclusión social y económica, por lo que su reducción está ligada necesariamente a la reducción de la pobreza.

La amenaza, el riesgo y la vulnerabilidad se condicionan mutuamente: debe haber amenaza para que exista el riesgo y para que haya amenaza debe haber exposición y no se puede ser vulnerable si no se está amenazado. (Cardona, 2001). Esta es una premisa a tener en cuenta cuando se diseñan los planes de prevención y respuesta a las situaciones de emergencia ante desastres de origen natural, antrópico o tecnológico.





## **II. Los pueblos mineros, el desarrollo sostenible y la gestión ambiental**

---

### **A. Los pueblos mineros**

Pueden definirse como pueblos o comunidades mineras, a aquellos que teniendo o no recursos minerales, reciben los impactos económicos, sociales y ambientales de la actividad minera.

Muchas de las comunidades que reciben los impactos de la minería se encuentran en áreas rurales, con carencias materiales, educativas y de servicios públicos.

La irrupción de una industria como la minera en un entorno cuyas actividades productivas iniciales y tradicionales no tienen como fundamento la extracción de minerales, modifica el escenario, cambia la vida cotidiana y plantea a las comunidades locales el desafío de convivir con los cambios y hallar los medios para reformular y construir una nueva visión de futuro.

Conocer las posibilidades de existencia y uso de los recursos naturales, es una necesidad para las comunidades y autoridades locales para diseñar y ejecutar planes dirigidos a mejorar la calidad de vida de la población. En zonas de desarrollo minero, esta necesidad puede ser el punto de partida para delinear los planes y funciones de gestión ambiental, que implican aspectos tales como el uso del territorio, el ambiente y los recursos naturales, la calidad del aire y el agua, la salud de la población, y la vulnerabilidad a los desastres.

## B. Construcción de ciudadanía

En un territorio determinado se desarrolla la vida en todos sus aspectos. Ello exige de los administradores de ese territorio el conocimiento de los recursos existentes y potenciales, las proyecciones sobre el crecimiento poblacional y las demandas de recursos, los riesgos existentes por el uso del territorio y la planificación de acciones conducentes a su protección, ocupación, utilización y transformación. Este aspecto es de suma importancia, en tanto: "... cualquier abordaje para enfrentar los riesgos de desastres y superar los factores de vulnerabilidad, parte del conocimiento del territorio". Vargas, J.E., (2002).

La administración pública debe incorporar la gestión ambiental en el proceso de desarrollo local, orientado a la búsqueda del equilibrio con las dimensiones económica, social, cultural. A partir de este concepto, los gobiernos locales como promotores del desarrollo en su jurisdicción, enfrentan importantes desafíos que pueden resolverse mejor con una comunidad informada y participativa, integrada por ciudadanos conscientes de sus derechos y obligaciones.

El desarrollo ciudadano implica que los habitantes de un territorio disponen de medios conceptuales que les capacitan para decidir por sí mismos lo que quieren ser y hacer respecto a su vida y a su futuro. Esto no involucra tan sólo el bienestar material, sino que incluye lo relacionado con la autoridad y el poder de las personas sobre los recursos y las decisiones que afectan su vida y desarrollo. Esta construcción de ciudadanía significa acrecentar el capital social entendido como "...El contenido de ciertas relaciones y estructuras sociales, es decir, las actitudes de confianza que se dan en combinación con conductas de reciprocidad y cooperación". Como existen desigualdades entre los integrantes de la comunidad, para incrementar ese capital social se habla de empoderamiento, como un proceso "que tiene como propósito igualar las oportunidades de los actores sociales, siendo el criterio el de transformar a los sectores sociales excluidos en actores y de nivelar hacia arriba a los actores débiles". Durston, John(2002) (Véase el recuadro 3)

### Recuadro 3 EMPODERAMIENTO

- Creación de espacios institucionales adecuados para que los sectores excluidos participen en el quehacer político público.
- Formalización de los derechos legales y resguardo de su conocimiento y respeto.
- Fomento de la organización, de manera que las personas que integran el sector social excluido puedan efectivamente participar e influir en las estrategias adoptadas por la sociedad. Esta influencia se logra cuando la organización permite ampliar la red social de las personas que la integran.
- Transmisión de capacidades para el ejercicio de la ciudadanía y el trabajo productivo, capacidades entre las que deben figurar los conocimientos prácticos esenciales y las herramientas para analizar las dinámicas económicas y las políticas pertinentes.
- Creación de vías que permitan no sólo acceder a los recursos y activos materiales, financieros y de información de dominio públicos, sino también controlarlos, para posibilitar el efectivo aprovechamiento de los espacios, los derechos, la organización y las capacidades, en competencia y en concierto con otros actores.
- Apropiación de instrumentos y capacidades propositivas, negociadoras y ejecutivas.
- Acceso a redes que trascienden el círculo cerrado de la comunidad pobre y el capital social comunitario, manifestado en diferentes formas de asociación.

Fuente:

Durston, John(2002)

## **C. La gobernabilidad e institucionalidad ambiental**

### **1. La gobernabilidad**

La gobernabilidad es un proceso político que involucra a diferentes actores de las esferas estatal, privada y de la sociedad civil y que se puede describir como "...la razonable capacidad de mando, de conducción política y de disciplina democrática que puede alcanzar una sociedad. La acción de gobierno requiere condiciones favorables tanto en el medio interno como en el internacional. Cuando esas condiciones no se dan o cuando se dan insuficientemente se dice que hay problemas de gobernabilidad<sup>1</sup>. Referida esa capacidad de mando a la gestión ambiental, se requiere tomar en cuenta la resolución de conflictos, las decisiones conscientes e informadas, e implantar acciones concertadas para manejar el capital natural."

### **2. Institucionalidad ambiental**

La construcción de institucionalidad es un proceso que debe involucrar a los actores sociales, en el que se compartan responsabilidades y se definan con claridad los ámbitos de competencia del Estado y la sociedad civil. Las instituciones así construidas pueden ser puentes o escenarios eficaces para el manejo de conflictos relacionados con la gestión de los recursos naturales.

En América Latina existen instituciones estatales dirigidas a la protección ambiental y a la prevención de desastres y al manejo de emergencias que actúan de manera coordinada. No siempre estas organizaciones tienen presencia local efectiva. Como señala Cardona (2001) "las actividades inherentes a la gestión de riesgos y la gestión ambiental y del hábitat urbano no se han llevado a cabo de manera coherente y en el mejor de los casos se han realizado en forma dispersa por entidades diversas sin vincular a las localidades y sin una debida orientación y coordinación".

## **D. Instrumentos de gestión Ambiental**

Tomando como base a Negro Cavalcanti (2000), se describen algunos instrumentos de gestión ambiental.

### **1. Evaluación de impacto ambiental**

Instrumento que tiene la finalidad de analizar los impactos de agentes y procesos derivados de actividades productivas en los ecosistemas, la biodiversidad y los ámbitos económicos, sociales, culturales e institucionales. Tiene su origen en el National Environmental Policy Act (NEPA) de los Estados Unidos.

### **2. Programas de vigilancia ambiental**

Consisten en el seguimiento sistemático de la variación temporal y espacial de varios parámetros ambientales referidos a la calidad de los suelos, agua, etc. Permiten la evaluación permanente del programa de gestión ambiental para su aplicación, a la vez que establecen relaciones de colaboración y de confianza con las comunidades y entidades públicas, mediante la verificación sistemática de las operaciones, en concordancia con las regulaciones establecidas.

### **3. Auditoría ambiental**

Es la evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva del desempeño de una organización, de su sistema de gerencia y de los equipamientos destinados a la protección del

<sup>1</sup> Borja Cevallos, Rodrigo, Enciclopedia de la Política, FCE, 1997.

medio ambiente. Su objetivo es facilitar la gestión y el control de las prácticas ambientales y el cumplimiento de las regulaciones existentes.

#### 4. Análisis de Riesgos

Puede realizarse con la evaluación de impacto ambiental o de forma independiente. Tiene como finalidad la identificación de elementos o situaciones que representen riesgos al medio ambiente físico y al ser humano. Incluye el análisis de los efectos y la determinación de técnicas de control y mitigación.

#### 5. Programas de recuperación ambiental

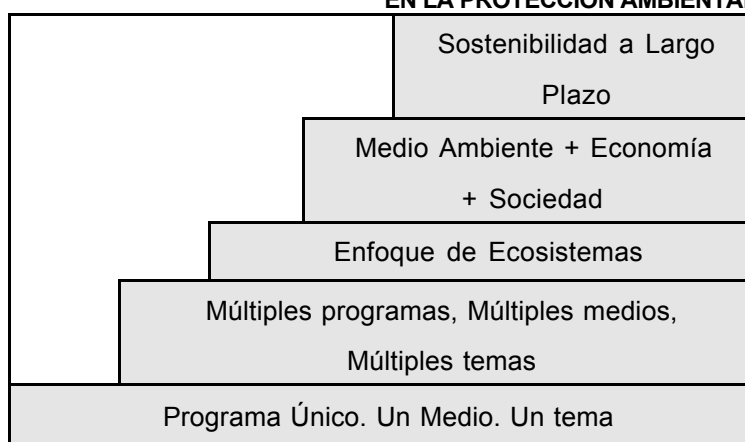
Instrumento de planificación y gestión ambiental previsto desde el inicio de un proyecto y que puede modificar las orientaciones técnicas que permitan evitar la pérdida o reducción de la capacidad productiva de los recursos ambientales (atmósfera, aguas superficiales y subterráneas, subsuelos y elementos de la biosfera). Ofrece soluciones para que el área impactada recupere nuevamente condiciones de equilibrio dinámico con su entorno.

### E. Participación ciudadana en la gestión ambiental<sup>2</sup>

La participación ciudadana en la gestión ambiental es un derecho y debe entenderse como el conjunto de acciones que pueden realizar los actores sociales involucrados para atender sus preocupaciones ambientales. La participación en la gestión ambiental no sólo es deseable sino necesaria, en tanto los ciudadanos, sus comunidades y los gobiernos locales en general, deben ejercer control sobre los elementos que suponen amenazas y riesgos ambientales y sobre las decisiones de evaluación y gestión de riesgos.

La posibilidad de participación ciudadana puede darse desde la consideración de un tema ambiental específico, hasta el tratamiento de la sostenibilidad a largo plazo, condicionada por el ámbito geográfico de la participación de actores sociales, desde el ámbito local a otros mayores, regionales y nacionales. El gráfico 1 ilustra sobre los distintos niveles en los que puede darse la participación comunitaria en la protección ambiental.

Gráfico 1  
NIVELES DE PARTICIPACIÓN COMUNITARIA  
EN LA PROTECCIÓN AMBIENTAL



Fuente: EPA, United States Environment Protection Agency, en Kuramoto (2002)

<sup>2</sup> Esta sección ha sido tomada de Kuramoto, Martínez, otros, 2002

La mayor parte de las iniciativas por lo general no van más allá del primer nivel del esquema de la EPA. Esto puede deberse a varias razones: aspectos relacionados con costos, tiempo y recursos, las diferentes percepciones y las capacidades de los distintos actores.

El manejo de los temas ambientales puede presentar conflictos y la participación ciudadana es necesaria para establecer negociaciones y consensos mínimos válidos. Esto requiere disponibilidad de información adecuada para que la participación sea útil y objetiva y que supla los prejuicios o concepciones erróneas; que disminuya la asimetría en la información que manejan los diversos actores y que vulnere el poder de participación y decisión ciudadana. Para participar es necesario desarrollar capacidades obtenidas con entrenamiento, educación y la misma práctica participativa.

## F. Beneficios de la participación ciudadana en la gestión ambiental

En toda actividad empresarial existen dificultades para asegurar la efectividad de la participación comunitaria. Sin embargo, ésta genera una serie de beneficios no sólo a los ciudadanos sino también a los agentes económicos y gobiernos (Véase el cuadro 1). Estos beneficios trascienden los mencionados en este cuadro y pueden en el mediano y largo plazo convertirse en capacidades que coadyuven en la construcción de una sociedad más participativa y el tránsito hacia un desarrollo sostenible.

Cuadro 1

### BENEFICIOS DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA TOMA DE DECISIONES AMBIENTALES

Beneficios para los ciudadanos	Beneficios para la Industria	Beneficios para el Gobierno
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite a los ciudadanos tener un mayor entendimiento acerca de los riesgos ambientales e impactos a los que ellos, sus familias y comunidades están expuestos.</li> <li>• Ayuda a desarrollar una democracia participativa.</li> <li>• Posibilita la cohesión y la responsabilidad social.</li> <li>• Fomenta la equidad en las oportunidades de desarrollo de los actores sociales.</li> <li>• Hace posible que el conocimiento y la experiencia local sea tomada en cuenta en el diseño de los proyectos y planes y en su ejecución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valida la información disponible sobre los impactos de los proyectos, mejora el entendimiento de las preocupaciones de la comunidad.</li> <li>• Reduce conflictos potenciales, o acciones legales de la comunidad o el gobierno al socializar puntos de vista sobre temas y obligaciones ambientales.</li> <li>• Reduce la posibilidad de retrasos o gastos futuros por la incorporación de temas y preocupaciones locales en etapas iniciales de los proyectos.</li> <li>• Propicia la participación ciudadana, facilita el acceso a las instituciones financieras que exigen el cumplimiento de estas prácticas.</li> <li>• Construye relaciones de confianza con los líderes locales, comunidades, ONGs y medios de comunicación y puede generar alianzas para la gestión de riesgos y emergencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita una toma de decisiones informada, con el aporte de la comunidad.</li> <li>• Aumenta la gobernabilidad por la mejora de la percepción y el entendimiento público de proyectos.</li> <li>• Permite contar con la vigilancia informada de la ciudadanía, para identificar y tomar acciones gubernamentales frente a las amenazas ambientales o violaciones de las regulaciones.</li> <li>• Alivia la escasez de recursos para la vigilancia, inspección y cumplimiento de las regulaciones.</li> <li>• Construye una amplia base para el consenso de programas para el desarrollo local.</li> <li>• Genera soluciones creativas y apropiadas al entorno local.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Kuramoto (2002)



### **III. Impactos y riesgos ambientales de la minería**

---

El conjunto de actividades desarrolladas por la minería genera impactos en los medios físico, económico, social y cultural cuya magnitud y sentido depende de factores vinculados a la dimensión de los proyectos mineros, el tipo de tecnología, a la gestión ambiental y a las políticas corporativas de las empresas.

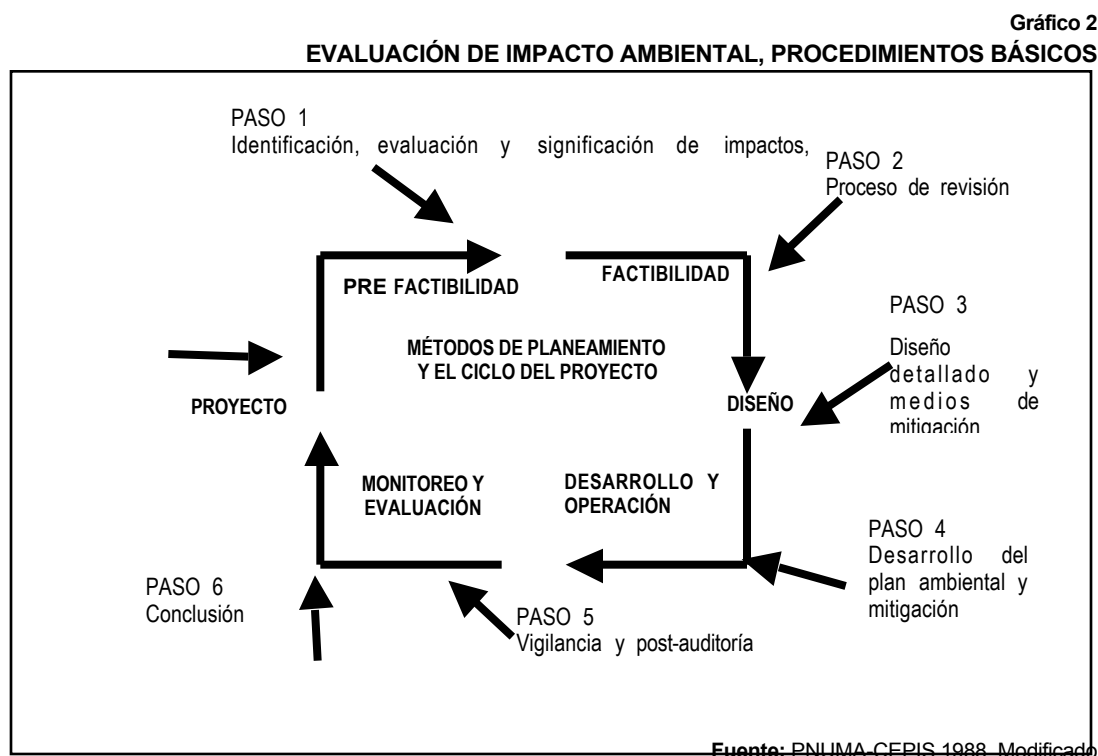
La minería no es la única actividad productiva que produce alteraciones en el medio ambiente; se reconoce sin embargo, que existen factores que incrementan la vulnerabilidad de los espacios y las comunidades locales frente a las amenazas y riesgos de desastres ya sean de origen natural o tecnológico. Entre ellos, prácticas inadecuadas de la población que contribuyen al deterioro ambiental; carencia de medidas de prevención y mitigación de riesgos; crecimiento desordenado del espacio urbano; y la inexistencia de una cultura preventiva y ambiental. Estos aspectos guardan correspondencia con la debilidad institucional y el poco desarrollo de la gobernabilidad en el ámbito local.

El riesgo cero no existe y a diario, por ejemplo, voluntariamente se asumen riesgos significativos como fumar o viajar en diferentes medios de transporte, lo cual significa que existen tanto riesgos admisibles como no admisibles para la población.

El impacto potencial que puede ocasionar la minería depende de las características del yacimiento y de la magnitud de las operaciones, lo cual conlleva consideraciones sobre metodología minera, equipos y gestión ambiental.

El análisis de riesgos debe ser incorporado desde la fase de diseño del proyecto y considerando que es el ámbito local de su desarrollo el más susceptible de recibir sus efectos. Sin embargo, debe mencionarse que, por la magnitud de determinados proyectos, los impactos sobrepasan el ámbito local, y en muchos casos llegan a tener incidencia nacional en las políticas macroeconómicas, tributarias, de distribución del ingreso y otras.

En el Gráfico 2 se ven los pasos a seguir en un procedimiento de gestión ambiental para la minería, desde el momento inicial del proyecto.



## A. Los impactos generales de la minería

### 1. Sobre los ecosistemas

La actividad minera produce en los ecosistemas impactos de diversa intensidad y puede llegar a ocasionar la destrucción del hábitat, su fragmentación o la alteración de sus características naturales.

Los efectos nocivos que puede generar la industria minera sobre el ambiente pueden traducirse en la pérdida de vegetación por la emisión de cargas contaminantes al aire y al agua, y procesos de erosión acelerados. Es un error creer que la pérdida de vegetación de pradera, o herbácea, es menos importante que la pérdida de bosques, pues esto olvida el papel amortiguador que tienen estas formaciones vegetales frente a los procesos erosivos y como una parte sustantiva de la cadena alimenticia de las especies animales.

Las explotaciones a cielo abierto en gran escala pueden reducir la vegetación a islas demasiado pequeñas y poner en riesgo la existencia de algunas especies animales y vegetales.

Los cuerpos de agua pueden ser afectados bien sea por la generación de aguas ácidas, como por la presencia de sólidos en suspensión que al aumentar la turbidez, disminuyen los



rangos de luminosidad, afectando los procesos biológicos de fauna y flora que habita en los medios acuáticos.

La fragmentación del hábitat puede ocasionar la huida o desaparición de determinadas especies animales. Por lo general las de mayor tamaño como los mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces, huyen cuando se producen una alteración drástica de su hábitat; en el caso de especies menores como los invertebrados, puede producirse su muerte en razón de su escasa movilidad.

A continuación se describen los potenciales impactos generales sobre distintos medios:

## **2. Sobre el medio físico**

### **a) Sobre el medio suelo**

- Remoción incontrolada de la capa vegetal y deforestación, como consecuencia de las actividades realizadas en las etapas de construcción de instalaciones, vías de acceso, tendido eléctrico.
- En la fase extractiva, la explotación de cielo abierto puede abarcar considerables extensiones, cuando la tecnología, las condiciones económicas del explotador y las características del yacimiento requieren de una explotación extensiva.
- Procesos erosivos incontrolados.
- Cambios en el paisaje, como consecuencia de la construcción de instalaciones y el gran movimiento de tierras.
- Alteración en el drenaje.
- Absorción de contaminantes transportados por vía aérea y luego depositados en el suelo.

### **b) Sobre el medio agua**

- Agotamiento de las fuentes de agua, por deforestación.
- Captación y acumulación monopólica de los derechos de agua.
- Cambios de la hidromorfología debido a la reclasificación y movimientos de tierra.
- Contaminación de acuíferos ( napas).
- Alteración de la mecánica de las corrientes de agua.
- Contaminación con metales tales como mercurio, cadmio, o compuestos de cianuro.
- Drenaje ácido de minas, cuando las aguas de un PH muy bajo se movilizan fuera de las áreas de depósito y control. Un nivel menor de 5 es nocivo para la mayoría de las plantas.

Uno de los compuestos más usados es el cianuro y su toxicidad puede ser neutralizada para lograr compuestos que minimizan el riesgo de su uso. El uso de retortas de circuito cerrado en explotaciones de pequeña escala, controla con gran efectividad las implicaciones tóxicas de otro mineral, el mercurio, empleado en la metalurgia del oro.

### **c) Sobre el medio aire**

- Contaminación del medio aire por la dispersión de sólidos en suspensión emitidos en cualquiera de las etapas de la producción.
- Generación y transporte de nubes de lluvias ácidas por captación incompleta de humos en el manejo de minerales sulfatados.

#### **d) Efectos sobre las personas**

Los potenciales impactos negativos más importantes de la actividad minera sobre la salud de las personas y el medio ambiente pueden expresarse en:

- Patologías de carácter ocupacional.
- Pneumoconiosis de distinto tipo: por carbón, por sílica, óxido de hierro etc., (conocidas antes como antiguas antracosis, silicosis y siderosis).
- Problemas y patologías respiratorias y oftalmológicas en la población circundante.
- Problemas nerviosos (stress) en la población circundante, generados por ruidos, vibraciones, polvo y cambios del paisaje. La sola presencia de estos agentes, produce percepciones negativas en la población.
- Desocupación y desarraigo laboral.

### **3. Impactos, riesgos de contaminación y valores límite permisibles**

Si bien la más importante preocupación de la población respecto a la minería es la contaminación física, es importante saber que no todas las actividades mineras traen consigo efectos nocivos para la salud, la vida o los ecosistemas. Organismos de las Naciones Unidas, como la OMS, OIT y otras, han establecido rangos de valores límite permisibles (VLP) para los agentes materiales, sustancias químicas y metales asociados a la actividad minera. Estos VLP son los que indican en qué medida de concentración o exposición resultan nocivos tales agentes. De igual manera, en los países existen normas nacionales, de cumplimiento obligatorio que fijan sus propios VLP. Las autoridades locales y los miembros de la comunidad pueden recurrir a los organismos competentes ambientales, mineros o de salud, para conocer las regulaciones existentes en su país al respecto.

#### **a) Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos en la industria minero-metalúrgica**

En el caso de Perú, el Ministerio de Energía y Minas es el encargado de controlar los niveles máximos permitidos de los contaminantes en líquidos y gases y de supervisar que estén dentro de niveles que no representen peligro directa e indirectamente para los seres vivos.

La Resolución Ministerial N° 11-96/EM/VMM fija los niveles máximos permitidos de los efluentes líquidos contaminantes "...con la finalidad de controlar los vertimientos producto de sus actividades y contribuir a la protección ambiental". Como un ejemplo ilustrativo véase el cuadro 2:

#### **b) Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas**

La Resolución Ministerial N° 315-96/EM/VMM establece los niveles máximos permisibles correspondientes a los elementos y compuestos presentes en las emisiones gaseosas, así como a las partículas y elementos metálicos arrastrados por éstas.

**Cuadro 2**  
**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE AFLUENTES**  
**LÍQUIDOS EN LA MINERÍA DE PERÚ**

	VMP EN OPERACION	VMP EN REINICIO
	PH> 6, < 9	PH> 6, <9
Sólidos suspendidos (mg/l)	100	50.0
Plomo (mg/l)	1	0.5
Cobre (mg/l)	2	1.0
Zinc (mg/l)	6	3.0
Hierro (mg/l)	5	2.0
Arsénico (mg/l)	1	0.5
Cianuro Total (mg/l)	2	1.0

Fuente: DIGESA, Ministerio de Salud del Perú

VMP=Valor máximo de emisión,

VMP EN OPER= Valor máximo de emisión unidades mineras en operación,

VMP EN REINICIO =Valor máximo de emisión unidades mineras que reinician operaciones

Cuadro 3

### LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE CALIDAD DE AIRE EN LA MINERÍA – PERÚ

(Niveles máximos permisibles de calidad de aire)

Parámetro	Concentración Promedio Diario (ug/m <sub>3</sub> )	Concentración Promedio Anual (ug/m <sub>3</sub> )
Anhidrido Sulfuroso	572 (0.2)	172 (0.05)
Partículas en suspensión	350	
Plomo		0.5
Arsénico	6	

Fuente: DIGESA, Ministerio de Salud del Perú

## 4. Impactos sociales, económicos y culturales

Estos impactos tienen que ver con los cambios en las relaciones sociales, los hábitos y costumbres y los potenciales efectos sobre las actividades productivas tradicionales o precedentes.

### a) Impactos sociales

- Impactos visuales negativos, por alteraciones del paisaje.
- La exposición a agentes físicos y químicos ocasiona enfermedades crónicas o agudas, que gravan a los sistemas de salud pública.
- La dinámica demográfica puede ser alterada por la presencia de población migrante, atraída por las posibilidades de empleo, oportunidades de negocios o demandas de servicios.

- La alteración de las formas del uso del suelo, ya sea en las áreas de intervención directa de un proyecto como en las de su entorno, por el cambio de áreas de uso agrícola o forestal para las actividades mineras o para instalaciones de uso del personal.
- La reubicación de poblaciones puede ser una opción en el diseño del proyecto de explotación, pero puede originar serias alteraciones en las relaciones sociales, económicas y culturales de las personas o grupos humanos afectados.

#### **b) Impactos económicos**

- Los ingresos locales pueden verse favorecidos con la distribución de ingresos por pagos del canon minero, regalías o similares, contribuyendo al desarrollo local.
- Puede inducir al desarrollo local y regional.
- El incremento de la demanda de servicios, transporte, educación, saneamiento básico, salud, esparcimiento, como consecuencia de un incremento de la población, ya sea por la presencia de migrantes o por la de trabajadores de la empresa responsable del proyecto, puede generar el colapso de la prestación del servicio o su deterioro, de no mediar su fortalecimiento mediante la aplicación de los ingresos provenientes de la minería.
- Puede aumentar la oferta de empleos. Los grandes proyectos son intensivos en capital pero poco intensivos en mano de obra y su requerimiento directo se dirige a trabajadores calificados. A menor inversión en tecnología hay mayor demanda de mano de obra. Los proyectos pueden producir impactos positivos mediante la generación de empleo indirecto.
- La sustitución de actividades económicas tradicionales, debido a la influencia de la actividad minera.
- Un promedio de ingresos del personal minero, superior a la media local, puede desencadenar aumento de los precios de los bienes y servicios locales.
- Disminución de la renta local por descenso de la productividad agrícola y animal originada por los impactos en el ambiente que afectan el suelo, la flora y la fauna.

#### **c) Impactos culturales**

La dimensión cultural y sus espacios son tanto o más importantes que los demás aspectos mencionados. Tienen que ver con las formas de expresión, de creación científica, artística y tecnológica y con las formas de vida de las personas en un determinado ámbito. El concepto incluye las manifestaciones artísticas y culturales, el patrimonio histórico, arqueológico y ecológico.

La actividad minera puede perturbar algunas veces de manera irreversible la riqueza cultural y los comportamientos sociales, aumentando los índices de drogadicción, alcoholismo, prostitución y violencia intrafamiliar y en ocasiones también puede producir deterioro del comportamiento ciudadano. Como contrapartida, puede mejorar algunos atributos sociales mediante capacitación tecnológica, elevación de la escolaridad, mejora en los indicadores sanitarios, cualificación de la infraestructura y por ende en la calidad de vida, mayor acceso a la cultura por mayor ingreso familiar y municipal, incremento de la participación ciudadana, mayor calificación de la dirigencia local.

## **B. Impactos, amenazas y riesgos en las fases del ciclo minero**

Es necesario identificar las amenazas y riesgos potenciales sobre las áreas y actores vulnerables como consecuencia de los impactos de la actividad minera en cada una de las fases

del ciclo minero. Esto permite a las comunidades y gobiernos locales el diseño de estrategias, la adecuación de su organización, la formulación de políticas y la construcción de planes, dirigidos a la preservación del ambiente y la prevención de riesgos, paso inicial para la preparación de respuestas adecuadas a cualquier situación de accidente o emergencia minera que pueda presentarse.

## 1. En la exploración preliminar o prospección

La exploración preliminar o prospección no requiere por lo general la utilización de equipo sofisticado; el apoyo que da el uso de interpretación de fotografías aéreas, los datos satelitales, la prospección geoquímica entre otros, disminuye los impactos físicos causados en esta etapa.

**Cuadro 4**  
**IMPACTOS, AMENAZAS Y RIESGOS EN LA FASE DE PROSPECCIÓN<sup>3</sup>**

IMPACTOS	AMENAZAS	RIESGOS
Construcción de caminos	Alteración del paisaje natural	La construcción de caminos semi-permanentes puede alterar cursos de agua.
Tala de árboles	Tala indiscriminada puede ocasionar erosión de los suelos y la sedimentación de ríos y arroyos, en hábitat muy sensibles	
Excavación de trincheras	Perturbación del suelo	Las trincheras y túneles exploratorios, mal diseñados y mal cerrados pueden producir sitios propicios para accidentes.
Uso de vehículos aéreos	Ruido temporal puede perturbar la fauna existente. Depende de la frecuencia y altitud, las especies animales, la época del año y el tipo de vegetación	

Fuente: Elaboración propia

## 2. En la fase de exploración

Esta fase utiliza técnicas más avanzadas e intensivas en uso de equipo especializado. La intervención inicial busca la identificación de áreas mineralizadas. Se da un proceso de selección de las más promisorias para perforar y evaluar y su impacto no siempre es significativo. Una nueva selección fija nuevos sitios y parámetros de perforación para describir la geometría y características del depósito.

Los estudios complementarios permitirán establecer la ley promedio y el volumen de reservas existentes, de cuyo resultado depende el futuro del prospecto minero. Concluida la etapa de exploración, el titular del derecho minero puede decidir desarrollar o no un proyecto para la explotación minera. En este último caso, la actividad minera termina en la exploración.

**Cuadro 5**  
**IMPACTOS, AMENAZAS Y RIESGOS EN LA FASE DE EXPLORACIÓN**

IMPACTOS	AMENAZAS	RIESGOS
Perforación con diversas técnicas y uso de equipo auxiliar.	Contaminación de acuíferos o napas. Alteración de la vegetación.	Afectación de la calidad del agua para consumo humano, animal o agrícola, por uso de lodos de perforación, combustibles y lubricantes.

<sup>3</sup> Etapa con riesgos mínimos para la comunidad local, a no ser que las actividades de exploración básica se realicen cerca de la población y perturben el desenvolvimiento normal de las actividades y modifiquen o dañen el paisaje.

	Ruido y vibración por motores y por sísmica. Denudación del suelo.	Perturbación de la vida animal. Erosión localizada, producción marginal de metales pesados.
		Contaminación de fuentes de agua.
Construcción de caminos.	Perturbación del suelo.	Deterioro parcial de áreas agrícolas o sensibles. Desborde de desechos.
Construcción de campamentos temporales.	Se puede afectar el abastecimiento de agua para la población.	
Presencia de personal foráneo.	Alteración de la demanda de servicios. Interferencia en la vida cotidiana de la población.	Riesgo social.

Fuente: Elaboración propia

### 3. En la fase de construcción del proyecto minero

La exploración detallada permite la definición de un plan minero, con su correspondiente diseño de la mina, método de extracción o minado, transporte, cálculos de costos, inversiones, regalías, seguros, impuestos, gastos legales, entre lo más importante, todo lo cual conduce a la construcción de la mina. Un elemento constituyente del plan minero es el estudio de impacto ambiental con su componentes sociales y de participación ciudadana. (Véase el gráfico 2).

Cuadro 6

#### IMPACTOS, AMENAZAS Y RIESGOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO MINERO

IMPACTOS	AMENAZAS	RIESGOS
Construcción de caminos e instalaciones de superficie.	Eliminación de vegetación. Erosión y sedimentación.	Pérdida de capas de suelo que es removido.
Construcción de pozos.	Contaminación de acuíferos o napas.	Alteración de sistemas naturales de drenaje.
Limpieza de terreno.	Eliminación de la capa superficial del suelo.	Riesgos de derrumbes y deslizamientos.
Movimiento de maquinaria y equipo pesado.	Polvo, ruido y vibración.	Sedimentación de ríos cercanos.

Fuente: Elaboración propia

### 4. En la fase de explotación o extracción

Es en esta fase cuando se extrae el mineral. Los procesos mineros incluyen trabajos de perforación, voladura, transporte interno y externo de minerales usando diversos medios que incluyen ductos. La tecnología utilizada dependerá de las características del yacimiento, de su magnitud y del capital disponible.

Cuadro 7

#### IMPACTOS, AMENAZAS Y RIESGOS EN LA FASE DE EXPLOTACIÓN

IMPACTOS	AMENAZAS	RIESGOS
Labores de preparación desarrollo y explotación, con trabajos de perforación, voladura y transporte.	<b>En minería subterránea</b> Ruptura del equilibrio litostático, daños en el drenaje. Generación de vibración, polvo y ruido, por voladuras, transporte de productos peligrosos, contaminación de aire, suelo y fuentes de agua.	Subsistencia. Alteración de la topografía y el paisaje. Drenaje ácido de mina, vertimiento de productos peligrosos, fallas de suministro de agua a poblaciones. Conflictos sociales con las comunidades.
Acumulación de estériles y desechos líquidos.		
Remoción de la cubierta vegetal o del suelo sin vegetación, movimiento continuado de máquinas y vehículos.	<b>En minería a cielo abierto</b> Exposición de mineral a agentes meteoricos y erosivos, antes de ser lixiviado. Explosiones. Depósitos de material estéril. Gases de combustión y polvo de vehículos.. Transporte de materiales peligrosos	Desertificación. Accidentes de derrame de productos peligrosos, aguas ácidas, conflictos sociales con las comunidades.

Fuente: Elaboración propia

## 5. En el beneficio o procesamiento de mineral

En esta fase se recuperan los minerales buscados, mediante procesos fisico- químicos que los separan de elementos llamados estériles o sin valor económico, con los que se encuentran asociados.

El procesamiento se inicia con la trituración primaria y secundaria, conocida en muchas partes como chancado, continúa con la molienda y la extracción de líquidos. En el chancado se fragmenta la mena o roca mineralizada en trozos de menor tamaño para poder llevarlas a la molienda, en donde se separan los minerales de valor económico del material estéril, enseguida aquellos se concentran mediante métodos gravimétricos, magnéticos, flotación, o hidrometalurgia.

El concentrado es una pulpa que contiene considerables cantidades de agua, la cual se extrae depositándolo en un tanque donde el mineral se precipita al separarse del agua; otra forma de hacerlo es mediante la adición de productos químicos que capturan del agua las partículas más finas del mineral.

Luego del proceso de concentración, los residuos denominados relaves o colas con contenidos de metales no deseados y restos de las sustancias químicas utilizadas en el proceso, se depositan en áreas contiguas a las instalaciones de beneficio de mineral.

Esta fase finaliza con el procesamiento de los metales o metalurgia de extracción o refinamiento y se realiza en fundiciones o refineries. Entre los métodos utilizados están la piro-metalurgia, la electrometalurgia y la hidrometalurgia.

Cuadro 8

### IMPACTOS, AMENAZAS Y RIESGOS EN LA FASE DE PROCESAMIENTO

IMPACTOS	AMENAZAS	RIESGOS
----------	----------	---------

<b>Concentración</b>	<b>Concentración</b>	<b>Concentración</b>
Uso intensivo de agua, exposición al ambiente de materiales con elementos pesados, apilamiento de relaves o colas.	Producción de ruidos y vibración por la operación de la planta de beneficio, emisión de particulados al aire y de compuestos tóxicos. Deposición inadecuada de relaves.	Contaminación del aire, del suelo y del agua, vulnerabilidad de relaves a la erosión.
<b>Fundición y refinación</b>	<b>Fundición y refinación</b>	<b>Fundición y refinación</b>
Producción desechos químicos orgánicos e inorgánicos, alto consumo de energía.  Utilización de áreas para el depósito de escorias.	Emisión de gases.  Emisión de metales pesados en atmósfera.	Contaminación del aire, del agua y del suelo; en áreas muy concentradas de actividad industrial generan lluvias ácidas transportadas a otras zonas.  Potencial acumulación de metales pesados en suelos con vocación agropecuaria.

Fuente: Elaboración propia

## 6. En la fase de cierre y remediación

El cierre de minas se debería planear e iniciar desde el mismo comienzo de una explotación minera, sin importar el tamaño de la misma.

Una vez concluida la extracción del mineral, se debe continuar una serie de actividades de supervisión y control que garanticen que las actividades de remediación hayan sido completadas. Éstas actividades pueden prolongarse en el tiempo hasta satisfacer los planes de cierre.

La remediación no implica de ninguna manera que el área minada debe volver a su estado original, pero sí disponer de los medios y acciones necesarias que la habiliten para usos futuros

Cuadro 9

### IMPACTOS, AMENAZAS Y RIESGOS EN LA FASE DE CIERRE Y REMEDIACIÓN

IMPACTOS	AMENAZAS	RIESGOS
Cese de la producción minera.  Abandono de las instalaciones de superficie y de subsuelo.	Inestabilidad y deterioro de las instalaciones, destrucción por desgaste o clima de geomembranas empleadas en los relaves o depósitos de estériles.	Contaminación del aire, del suelo y del agua por escapes de los relaves, posibilidad de generación de aguas ácidas, posible presencia de metales pesados, en suelos de vocación agropecuaria.  Desadaptación laboral de la población, fenómenos migratorios, disminución de la actividad económica en la zona de influencia.

Fuente: Elaboración propia

## C. Peligros y riesgos típicos en la minería<sup>4</sup>

Hablar con claridad sobre peligros y riesgos en las operaciones mineras no es alarmista, más bien ayuda a promover la concientización en las comunidades, las entidades estatales y también al interior de las compañías.

### 1. Fallas de Presas de Relaves

<sup>4</sup> Se refiere a los peligros y riesgos incluidos en APELL para la Minería



### a) Las presas de relaves<sup>5</sup>

- Las presas de relaves pueden constituir fuentes de sedimentos, metales, productos químicos usados en el procesamiento de menas, y de agua ácida (DAM) sobre corrientes de agua y sobre la tierra (por filtración o por derrumbes de los depósitos o de las paredes de la presa).
- También son fuentes posibles de polvo cargado de metales y productos químicos usados en el procesamiento de menas, debido a que el viento sopla sobre las colas o relaves.
- Las colas o relaves cubren terrenos que proporcionaban su hábitat a la fauna del lugar.
- El agua puede volverse venenosa para la fauna.

La Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD, por sus siglas en inglés) y el PNUME han colaborado con un boletín titulado Presas de Relaves: Riesgo de Ocurrencias Peligrosas, Lecciones aprendidas de la experiencia práctica. El Boletín ha recopilado 221 casos de accidentes e incidentes conocidos de presas de relaves. Indica que en la década de 1979 a 1989 hubo 13 fallas importantes de presas de relaves. Entre 1989 y 1999 se han reportado 21 eventos. De una evaluación realizada, el Boletín menciona las siguientes causas que ocasionaron las fallas:

- Manejo inadecuado
- Omisión en detectar condiciones de cimentación
- Falta de control del régimen hidrológico
- Drenaje inadecuado
- Desconocimiento de los mecanismos que activan las fallas

En las presas mas grandes, el colapso y escape incontrolado de relaves puede ocasionar graves consecuencias sobre la seguridad pública, el medio ambiente, el propietario y el operador.

Además, existen canchas de relaves de minas cerradas que constituyen pasivos ambientales, no disponiéndose de un inventario sobre el número, localización y tipo de materiales allí almacenados. En muchos casos se presenta un peligro potencial de falla de estas canchas sobre poblaciones asentadas en zonas cercanas

La práctica internacional sobre seguridad de presas de relaves que requieren un diseño para casos extremos y consideran intervalos de ocurrencia de muchos cientos o miles de años, es muy poco conocida. Esta carencia de información adecuada y de las precauciones necesarias, ha ocasionado la ruptura de diversas presas de relaves en el Perú por fallas sísmicas e hidrológicas, provocando numerosas pérdidas de vidas. Un ejemplo del colapso de una presa de relaves por efecto de un sismo en el año 1996, fue el ocurrido en la Planta Otapara que estaba paralizada. Los relaves cayeron sobre el río Acarí en Arequipa, afectando a cientos de agricultores del valle<sup>6</sup>.

Existen responsabilidades que deben precisarse por parte de los gobiernos que otorgan las autorizaciones para el funcionamiento de las operaciones mineras y deben dar las normas adecuadas y ejercitar las acciones para su cumplimiento, de los operadores mineros que son los que conducen las actividades mineras y de las autoridades locales y comunidades que deben informarse y mantenerse alerta. Como ejemplo se pueden mencionar los casos de:

- La comunidad de Viñita Azul, de Copiapó, Chile, durante años había sufrido el derrame de desechos mineros al cauce del río y una constante amenaza de colapso

<sup>5</sup> Sinónimo de depósitos de colas o canchas de relave.

<sup>6</sup> [www.mem.gob.pe](http://www.mem.gob.pe)

de las presas de relave de las minas de la zona. Esta comunidad interpuso un recurso de protección ante la Corte de Apelaciones local. El tribunal falló en contra del recurso, por lo cual éste fue presentado a la Corte Suprema, que sí lo acogió. Acto seguido, se ordenó el traslado de las plantas mineras que afectaban tanto a la población.

- Durante más de 30 años la División El Salvador de Codelco (III Región, Chile), depositó los relaves en la bahía de Chañaral, lo que provocó embancamiento de arenas con metales pesados y, como consecuencia, la destrucción de gran parte de la fauna marina. Por orden judicial, en 1990 El Salvador tuvo que instalar un tranque de relaves y una planta de tratamiento previo. Sin embargo, las tres décadas de continuo deterioro ambiental aun no son completamente evaluadas, sobre todo respecto de la salud de las personas, la economía local y el deterioro del paisaje.

## 2. Botaderos de desmonte

### a) Los apilamientos de desmonte o escombros<sup>7</sup>

Los botaderos de roca de desmonte con frecuencia son estructuras mayores, formadas por grandes cantidades de desmonte o rocas conteniendo niveles sub-económicos de mineral. En los casos de minas subterráneas, parte de este material puede usarse como relleno para la construcción de presas de relaves y carreteras. En caso de las minas a cielo o tajo abierto, el desbroce puede generar grandes cantidades de desmonte.

- Son fuentes probables de sedimentos, metales, y agua ácida (DAM) que se vierten en las corrientes de agua y la tierra.
- Los vertederos de desmonte cubren áreas importantes, que en la mayoría de los casos, proveían a la fauna su hábitat.
- Cuando los escombros están constituidos por desechos de una operación de lixiviación en pilas, hay posibilidad de que metales y productos químicos restantes se filtren fuera del apilamiento.

Las fallas de los botaderos de desmonte han tenido en ocasiones consecuencias fatales. El caso más grave ocurrió en Gales del Sur, cuando una pila de desechos de carbón cayó sobre una escuela, matando a 116 niños y 28 adultos. En el año 2000 en la mina Grasberg en Indonesia, un botadero de roca de desmonte de 400 metros de altura, se deslizó a un lago y generó una ola de agua que mató a cuatro contratistas. Al igual que en el caso de las presas de relaves, existen para este tipo de depósitos métodos de control que deben conocer y aplicar las compañías.

## 3. Transporte y carga hacia y desde el emplazamiento

La industria minera es usuaria permanente y en gran volumen, de diversas modalidades tanto para el transporte de su producción, sub productos y desechos, como para la movilización de insumos de distinta índole y peligrosidad empleados en el proceso productivo, y lo hace por sí misma o por conducto de sus proveedores.

Cianuro, ácido sulfúrico y mercurio entre otros, son parte de los elementos reconocidos como peligrosos y su transporte ha provocado en el pasado reciente serios accidentes, ejemplos de los cuales se verán más adelante.

Esta es un área que requiere mayor atención de la industria minera, por cuanto se reconoce que la preparación para emergencias en accidentes de transporte, tal vez no haya estado acorde con su frecuencia e impacto potencial. Es de incumbencia de la compañía minera

---

<sup>7</sup> Sinónimo de escombreras, depósitos de estériles

verificar que el contratista o transportador/proveedor, haya desarrollado procedimientos sólidos a lo largo de la cadena de transporte.

El manejo de las emergencias provocadas por este tipo de riesgo es muy especializado y por tanto, como no siempre las comunidades disponen ni del entrenamiento ni del instrumental necesario, lo indicado es acudir a que la compañía responsable sea informada y demandar de inmediato su intervención, sin excluir el necesario aviso a las autoridades pertinentes.

#### **4. Falla de Tubería**

En la minería se usan tuberías para diversos fines operativos como llevar relaves, concentrado, combustible o sustancias químicas. En el caso de las tuberías que transportan el concentrado de minerales hacia los puertos de embarque, muchas veces atraviesan grandes distancias. Siendo su punto inicial sectores del emplazamiento minero, deben cruzar terrenos públicos próximos a fuentes superficiales de agua, a bosques naturales, a áreas agrícolas y a poblaciones rurales o urbanas.

La rotura de tuberías es bastante frecuente y en el caso de áreas rurales, puede pasar inadvertida por algún tiempo, ingresando las sustancias liberadas al medio ambiente. Si un accidente de este tipo sucede cerca de fuentes de agua, puede causar daños a la comunidad local y a otras comunidades que se abastecen de dichas fuentes. En la mina Browns Creek de Nueva Gales del Sur en Australia, ocurrió una fuga de una tubería que llevaba solución de cianuro. Cuando se detectó la falla, el área circundante ya estaba saturada. En las inmediaciones de un curso de agua o de un acuífero (napa) sensible, este tipo de accidentes causa daños a la comunidad local.

#### **5. Hundimientos o Subsistencia.**

La minería subterránea puede ocasionar hundimiento del nivel del terreno con el tiempo, que aunque es un proceso gradual, a veces puede ocurrir de manera súbita. El hundimiento puede ocurrir en áreas muy extensas, producto de operaciones mineras tales como minas de carbón en terrenos incompetentes.

En otras zonas el hundimiento puede ocurrir en emplazamientos históricos, en la medida en que el sostenimiento envejece y se deteriora. Aunque las fallas catastróficas no son comunes, sí ocurren dañando la infraestructura, las edificaciones y con ellas las vidas. Ejemplo de esto, se registra en la Silesia polaca, en algunas zonas de New Castle en Inglaterra y en minería en pequeña escala en la zona de Amagá-Angelópolis en Colombia.

#### **6. Derrames de Sustancias Químicas**

Los combustibles y sustancias químicas usados en las actividades mineras suelen ser de naturaleza peligrosa, y pueden ser tóxicos para los seres humanos, animales y plantas. La mayoría de ellos son también de uso común en otras industrias, por ello su manipulación, procedimientos de transporte y atención de emergencias es un tema conocido y manejado por un buen número de especialistas. La minería usa un número pequeño de sustancias químicas, pero lo hace en grandes cantidades. Es el caso del cianuro, ácido sulfúrico, cal, hipoclorito de sodio, mercurio, etc. Los riesgos asociados son bien conocidos.

Estas sustancias generalmente son transportadas desde el lugar de abastecimiento al emplazamiento minero o de éste a su depósito en un destino determinado. Las vías que se usan en los tramos mas grandes, son de uso público y los vehículos transitan a través de pueblos y áreas fuera del emplazamiento minero. Las prácticas seguras en su almacenamiento, manipulación y transporte evitan accidentes. Sin embargo la negligencia o situaciones

eventuales son causa de accidentes. El caso del derrame de mercurio de Minera Yanacocha en el Perú es ilustrativo.

## **7. Incendios y explosiones**

Los explosivos son usados en distintas actividades económicas y en la minería se emplean explosivos de variada composición y para diferentes propósitos. Todavía se usan en pequeñas explotaciones elementos tales como pólvora; en otros niveles de producción se usa dinamita de seguridad, gas carbónico comprimido, y por supuesto la mezcla de nitrato de amonio con combustible diesel o fuel oil, conocida como anfo, la cual se prepara sólo en el momento mismo de su uso, reduciendo el riesgo de su manipulación y transporte, pues sus componentes aislados no son explosivos y se movilizan por separado.

Pero no sólo este tipo de materiales puede causar explosiones; también sustancias químicas tales como solventes, amoníaco, azufre y algunas cantidades mínimas de reactivos de proceso, acetileno para uso en los talleres de las minas, producción de oxígeno etc., son todos elementos muy volátiles que pueden detonar o causar incendios.

Las minas con suministro legalizado de estos materiales los almacenan de acuerdo con las normas de los productores y de los organismos de control en polvorines. Es una práctica muy común el transporte ilegal de material de voladura en vehículos de transporte público no especializado por cuenta de mineros artesanales.

## **8. Riesgos en minas clausuradas**

Las minas clausuradas pueden ser fuente de accidentes, por ejemplo por escapes catastróficos de aguas contaminadas: aguas ácidas ricas en metales; de igual manera las presas inactivas no son inmunes a las fallas y aunque ocurren pocos accidentes en ellas, cuando suceden se originan en el aumento del nivel del agua represada, que producen rebalses o deslizamientos, sin contar con la ocurrencia de sismos que las afectan.

Como norma básica, se debería tener un inventario de sitios en donde antiguos trabajos han sido abandonados y si se trata de minería subterránea, los accesos a los trabajos de ventilación, bocaminas y de otro tipo deberían ser localizados y señalizados para impedir la caída en ellos de animales o de personas. Si la autoridad no encuentra a los responsables de estos trabajos, debería interesarse en efectuar esta labor.

La estabilidad y la seguridad de la minas tiene que considerarse desde el inicio del diseño para definir los mecanismos y acciones a seguir en la fase de cierre de minas, la planificación de la contingencia y los planes de respuesta durante emergencias deberán ser adoptados acorde con las situaciones que existirán. Debe tenerse en cuenta que una vez cerrada la mina ya no habrá disponibilidad de recursos o de personas para encargarse de las emergencias allí ocurridas.

## **D. Dos casos de accidentes mineros**

### **1. Derrame de mercurio en el Perú: el caso de Yanacocha<sup>8</sup>**

Minera Yanacocha SRL opera una mina de oro a tajo abierto en el norte de Perú. Como subproducto de la producción aurífera produce mercurio, que es vaciado en botellas metálicas selladas de 200 kilogramos de peso cada una, y luego transportado fuera de la mina.

Un cargamento de estas botellas, junto con cilindros vacíos de cloro, fue transportado el día 2 de junio de 2000. Como resultado de una serie de sucesos entre los cuales parece haber

---

<sup>8</sup> Información proveniente de la investigación realizada por una Comisión Independiente de la Corporación Financiera Internacional y el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones en Julio del 2000, e información sobre el accidente en APELL, 2001. Véase el cuadro 10.

habido una inadecuada preparación del vehículo, hubo fugas de mercurio calculadas en 151 Kg. en una de las botellas, que se esparcieron a lo largo de cuarenta km de la carretera que pasa por tres poblados: San Juan, Choropampa y Magdalena. El conductor solo informó de la pérdida de uno de los cilindros de cloro, sin percatarse del derrame de mercurio hasta el día siguiente. Durante ese intervalo los habitantes de los pueblos y áreas vecinas encontraron y recogieron parte del mercurio y lo manipularon ellos mismos, tal vez trataron de fundirlo con la esperanza errónea de recuperar oro, pero lo hicieron en espacios cerrados con mala ventilación, lo cual provocó que se presentaran casos de intoxicación aguda.

En las semanas siguientes, entre doscientos a trescientos vecinos presentaron niveles diversos de exposición al mercurio y variables grados de enfermedad. Como en muchas emergencias, las respuestas iniciales fueron confusas, faltas de preparación para manejar un hecho de esta naturaleza, así como la información entregada por los protagonistas fue parcial, lenta y tardía.

Durante un período prolongado se dio aviso a la población por diversos medios: altavoces, reuniones y avisos en periódicos, advirtiendo sobre los riesgos de la manipulación del mercurio por su carácter venenoso y pidiendo la devolución de lo que cada cual había recogido, lo que en principio no fue atendido por quienes tenían en su poder el metal. En los centros de salud comenzaron a ser tratados numerosos pacientes con dermatitis de contacto causada por la manipulación. Durante esta etapa, las autoridades sanitarias no fueron conscientes de la gravedad de los hechos y desconocieron las consecuencias clínicas de la inhalación de vapores mercuriosos.

Las investigaciones del accidente indican que cuando el equipo de logística salió para buscar y limpiar el mercurio, emplearon elementos tales como baldes y palas y no usaron los equipos adecuados de respuesta a emergencias.

Durante el mes siguiente el número de personas afectadas aumentó, la empresa apeló a la compra del mercurio para tratar de recuperarlo y de esta manera el 45% de la cantidad vertida fue recogida de la carretera por la limpieza que hiciera la compañía, el 15% se perdió por evaporación y se desconoce aún el paradero del resto del mercurio. Un mes y medio después, 511 personas habían sido tratadas por alguna forma de intoxicación con mercurio y 134 fueron hospitalizadas.

Como en otros eventos de derrames, se propalaron versiones erradas sobre los efectos del mercurio en la salud, especialmente los efectos a largo plazo, llegándose a afirmar que el mercurio derramado contenía oro, plata o uranio y un sentimiento de temor se extendió en la comunidad.

#### **a) Sobre las causas directas del accidente**

Se informó que el conductor del camión estaba enfermo y que tanto el supervisor de la mina como el médico de la mina fueron de la opinión que no podía desempeñar sus tareas normales al máximo de sus habilidades, mientras que estaban cargando el camión. Aunque retrasó el viaje hasta el día siguiente, el conductor continuó enfermo pero realizó el trabajo.

El conductor estaba solo, aunque la práctica informal de la mina es que siempre debe haber un segundo conductor. No había procedimientos formales para el proceso de carga del mercurio a los camiones. No se usó la parihuela especial diseñada para las botellas de mercurio. Los cilindros vacíos de cloro gaseoso no se aseguraron con firmeza. Se usó un camión de cama plana en lugar de un remolque cerrado.

En este suceso la carga fue mal estibada, colocándose las botellas pesadas de mercurio en la parte trasera del remolque. Se combinaron materiales peligrosos (mercurio, cloro) en un mismo envío.

La ruta de la mina a la Carretera Panamericana a lo largo de la costa peruana tiene inclinadas pendientes y vías zigzagueantes con secciones escabrosas y baches y atraviesa una serie de pueblos y aldeas.

### **b) Sobre la respuesta inicial a la emergencia**

La respuesta inicial al derrame fue lenta. Entre los factores que contribuyeron a esta situación se encuentran:

- La empresa no tenía un plan de respuesta a emergencias para los derrames de mercurio que ocurrieran fuera de su propiedad.
- Confusión con respecto a la "propiedad" o responsabilidad por el incidente (transportador versus mina)
- Falta de colaboración de la población en muchos casos
- Mala comunicación entre la compañía y las autoridades locales
- Ubicación remota del derrame que demoró la llegada del equipo analítico y de limpieza
- Confusión sobre cuánto mercurio se había perdido realmente
- Distribución del derrame de mercurio en un área amplia.

### **c) Sobre la respuesta una vez que se reconoció que existía una emergencia de salud pública**

La empresa tomó el control de la respuesta de emergencia al derrame que incluyó la delimitación de la zona contaminada, la remediación vial y domiciliaria, la supervisión ambiental, el desarrollo de un plan de indemnización y la participación en el diagnóstico y tratamiento de la población afectada.

### **d) Acciones de Seguimiento**

Desde el derrame, el Ministerio de Energía y Minas ha emitido una resolución ordenando que las compañías mineras presenten planes de contingencia y manuales operativos para el transporte de sustancias tóxicas o peligrosas, que incluyen al cianuro, al mercurio, ácido sulfúrico, combustibles y lubricantes, cal, hidróxido de sodio y peróxido de hidrógeno. La empresa incluye las acciones siguientes:

- Contratar a un supervisor de transporte de sustancias peligrosas
- Control de tráfico entre Cajamarca y la costa, para inspeccionar el estado mecánico de los camiones y el físico de los conductores
- El transporte de material peligroso se hará en convoyes y sólo de día.
- Se realizarán programas de capacitación para las autoridades y comunidades locales, a fin de explicar sobre las actividades operativas y materiales peligrosos usados en el emplazamiento, incluyendo los planes de emergencia y cómo se puede ayudar a la reducción de los riesgos.

## **2. Falla en presa de relaves en España: Mina de Aznalcóllar**

El accidente sucedió en 1998 en una mina de plomo, zinc y cobre ubicada a 35 Km. al oeste de Sevilla y operada por Boliden Aprisa. El derrame no tuvo consecuencias fatales ni heridos, ni se informó pérdida de ganado. El daño a las estructuras fue leve. El cercano Parque Nacional Doñana tampoco fue afectado por la acción oportuna para bloquear el flujo de relave. En cambio, los efectos inmediatos y potenciales fueron severos para 50 pozos de irrigación en las planicies de inundación del río y disminuyó la vida acuática fluvial. El derrame afectó la tierra agrícola y abarcó amplias zonas de aves migratorias.

La mina y concentradora están diseñadas para una producción de 4.1 millones de toneladas. La poza de relaves de 160 hectáreas fue construida entre 1977-1978 y se encuentra a orillas del río Agrío. En el momento del accidente la poza contenía 15 millones de metros cúbicos de relaves. En 1996 se realizó un estudio de estabilidad a cargo de expertos independientes y autoridades españolas y no se detectaron problemas. La poza era inspeccionada con regularidad por terceros y la última inspección se llevó a cabo dos semanas antes del accidente.

En la noche del 24 de abril de 1998, una falla a 14 metros bajo la presa, hizo que una sección de 60 metros del muro de contención se deslizara 60 metros hacia adelante creando una brecha por la que escapó agua y relaves. En unas cuantas horas 5,5 millones de metros cúbicos de agua ácida cargada de metales se derramó, inundando las riberas del río hasta una distancia de 40 km. aguas abajo. Un total de 4.634 hectáreas de terreno fueron afectadas, de las cuales 2.600 fueron cubiertas por relaves. La ola de inundación fue contenida por un muro de contención de emergencia construido entre las riberas del río, lo que impidió que las aguas contaminadas llegaran al Parque Doñana.

Las operaciones de la mina y concentradora fueron detenidas de inmediato y la brecha en la presa fue taponada en 36 horas. Las autoridades prohibieron el uso de los pozos de agua y la tierra afectada. La empresa compró la cosecha de fruta en el área afectada y organizó varios grupos de trabajo para investigar las causas de la falla de la presa; limpieza de los relaves derramados; asuntos legales; asuntos de información; reanudación de las operaciones y el retiro del servicio de la presa fallada. La empresa no tenía suficiente personal en la mina y llevó personal de otros lugares recurriendo también a la ayuda externa a la empresa.

Se presentó a las autoridades un plan de limpieza que debía concluir antes de las lluvias de otoño. Se removieron los relaves y se trasladaron en camiones hasta un antiguo tajo abierto de Aznacóllar para su eliminación. Se utilizaron varias vías entre caminos de acarreo y públicas con cientos de camiones en el operativo; durante la operación de limpieza hubo cinco accidentes fatales en la carretera, comprobándose que las operaciones de limpieza también tienen sus propios riesgos.

Después de terminada la limpieza se realizó un muestreo de suelos y una segunda fase de limpieza en 1999, donde se limpiaron 45 pozos de agua. Se aprobó el uso del antiguo tajo abierto para depósito de los relaves y se reanudó la producción en mina.

Con las enseñanzas del accidente la empresa Boliden ha resaltado varios puntos respecto a la preparación para emergencias:

- La importancia de haber implementado relaciones antes del accidente y no después, a fin de crear confianza y establecer responsabilidades, competencias y planes de acción.
- La necesidad de información interna y externa no puede sobrestimarse. La empresa asignó recursos importantes para los medios masivos de prensa.
- Se instaló un centro de información en un pueblo cercano, pero en retrospectiva, la empresa debiera haber sido mas proactiva en suministrar información a la comunidad local.
- Hubiera sido beneficioso haber tenido una buena información de línea base para establecer antecedentes tales como niveles de concentración de metales en los suelos. Esto habría facilitado significativamente la evaluación de los efectos del accidente y del punto final de la limpieza.
- La necesidad de proveer apoyo y más información a los trabajadores sujetos a fuertes tensiones en momentos del accidente.

Una enseñanza que dejan los accidentes mineros se refiere a que la gran actividad logística que puede requerirse para enfrentar accidentes mayores, justifica la necesidad de buenos niveles de evaluación de riesgos, planificación de emergencia y comunicación con la comunidad.