

# INCIDENCIA AMBIENTAL DE LA MINERIA NO ENERGETICA

La incidencia ambiental de la minería metálica, en la que se incluyen las operaciones de mineralurgia, es muy alta, especialmente en lo que se refiere a la contaminación de aguas. La contaminación atmosférica, los residuos sólidos, la alteración del paisaje y otros deterioros deben tenerse en cuenta igualmente. La integración de España en la CEE obliga a asumir y cumplir el ingente derecho comunitario en esta materia. Todos estos temas constituyen el contenido de este trabajo de **María-Teresa Estevan Bolea**, que por otra parte, señala cómo el canon de vertido y otras exigencias de la Ley de Aguas representan un alto costo para la minería, que en el menor plazo posible debería estudiar bien sus posibilidades de reducción de vertidos y caracterización de los mismos con el fin de optimizar sus costos.

## 1. INTRODUCCION

**U**N sector tan amplio y diverso como el de la minería no energética requiere un tratamiento específico para determinar la incidencia ambiental de la explotación y concentración o separación de los minerales, puesto que las materias primas, los procesos de separación, los efluentes líquidos, etc., difieren notablemente en los diferentes subsectores. No obstante, se estudian los efectos ambientales del sector de forma global, con el fin de completar las cuestiones técnicas y, sobre todo, económicas que afectan a la minería.

En general, puede decirse que la extracción de minerales produce un importante impacto ambiental en su entorno, tanto en lo que se refiere a los efectos por contaminación de las aguas, contaminación atmosférica y producción de grandes cantidades de re-

siduos sólidos y lodos como a la alteración del paisaje y a determinados factores sociales y económicos.

El término extracción comprende la explotación y, en su caso, las operaciones de mineralurgia, o sea, que se hace referencia a las explotaciones mineras —ya sean subterráneas o a cielo abierto— y a las plantas de preparación de minerales.

En el Registro Industrial la clasificación de la minería metálica incluye los siguientes metales: hierro, mercurio, piritas, aluminio, antimonio, bismuto, zinc, cobre, estaño, plomo, cobalto, cromo, manganeso, molibdeno, níquel, tántalo, titanio, vanadio, wolframio, metales preciosos, arsénico, minerales complejos y otros minerales metálicos de menor entidad, además de los minerales con elementos radiactivos.

Los efectos de las explotacio-

nes mineras y de la mineralurgia sobre el medio ambiente tampoco son iguales para un mismo subsector, pues influye el tipo de mina, el método de laboreo, la ubicación y topografía, las condiciones geológicas y climáticas, los tipos de acuíferos y la mineralogía de la mena. En lo que concierne a las plantas de tratamiento del mineral, hay que tener en cuenta el tipo de proceso, el tamaño y producción, los reactivos utilizados, los usos del agua, los productos finales obtenidos, el estado y antigüedad de los equipos, los rendimientos, la aplicación o no de medidas de control de la contaminación y otras características. Todas estas condiciones y características de la mina y de la planta mineralúrgica deben tenerse muy en cuenta al efectuar la evaluación del impacto ambiental de una determinada explotación.

En líneas generales, hay que señalar, en primer lugar, el efecto positivo de aprovechamiento de recursos que significa la extracción y beneficio de minerales.

En el ciclo de actividad de las industrias extractivas hay que considerar cuatro etapas: minería; mineralurgia; metalurgia de 1.<sup>a</sup> fusión y siderurgia, y metalurgia de 2.<sup>a</sup> fusión.

En la primera etapa, se extraen de las minas —subterráneas o a cielo abierto— las sustancias minerales, denominadas productos brutos, todo-uno o zafras.

En los procesos mineralúrgicos se procede a separar las sustancias acompañantes del elemento principal, mediante la concentración o enriquecimiento del compuesto fundamental.

A partir de los minerales concentrados se obtiene el metal que

se busca, presente en forma de diferentes compuestos químicos, a través de las técnicas metalúrgicas de primera fusión o siderúrgicas, en el caso del hierro.

La metalurgia de segunda fusión opera con chatarras y residuos metálicos. En este artículo se estudian sólo las dos primeras fases: minería y mineralurgia, que suelen integrarse.

El mayor impacto ambiental se produce en la metalurgia de 1.<sup>a</sup> fusión y en la siderurgia. Es mucho menor en la metalurgia de 2.<sup>a</sup> fusión y es también significativo en la extracción de minerales, sobre todo en lo que se refiere al agua.

El impacto ambiental afecta al medio natural y al medio socioeconómico. El medio natural resulta afectado por la contaminación atmosférica, por el deterioro de las aguas, por el depósito de grandes cantidades de residuos sólidos —escombreras— y, en algunos casos, de lodos y por la alteración del paisaje.

Los aspectos socioeconómicos tienen creciente importancia. Destacan los riesgos laborales, con efectos de morbilidad y mortalidad. Los accidentes son más significativos en la minería subterránea que en las explotaciones a cielo abierto, por el riesgo de escapes de gases, explosiones, hundimientos de terrenos, caídas, etcétera.

También son dignas de destacar las enfermedades laborales, el absentismo y pequeños accidentes, a pesar de las medidas de protección e higiene en el trabajo que se han adoptado y que será preciso incrementar.

Aparte de los grandes problemas humanos y sociales que re-

presentan estos efectos de la minería sobre la salud de los mineros, hay que detenerse en el coste socioeconómico que supone para el país la existencia de un elevado número de pensiones de invalidez, las subvenciones y ayudas de los diferentes sectores y el coste de las medidas complementarias de seguridad e higiene en el trabajo que hay que implantar.

## 2. CONTAMINACION ATMOSFERICA

La contaminación atmosférica producida por la minería se debe principalmente a la producción de polvo. La composición de las partículas corresponde a la del mineral de que se trate, pero junto con

partículas de estériles puede haber compuestos metálicos. Hay que distinguir entre la minería subterránea y la minería a cielo abierto.

En el primer caso, en el entorno de la mina existe la contaminación correspondiente a la salida del aire viciado del interior, que se descarga al exterior a través de los ventiladores situados en los pozos de retorno. Como se mueven miles de m.<sup>3</sup>/día, aunque la carga unitaria de contaminantes por m.<sup>3</sup> sea pequeña, el valor total es significativo. El aire extraído de la mina puede contener CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos gaseosos y partículas sólidas, puesto que los vehículos que realizan el transporte del mineral en la mina emiten CO y CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y otros com-

CUADRO N.º 1  
CALIDAD DE LAS AGUAS DE DRENAJE DE MINAS DE HIERRO

Parámetro	Concentración (mg/l)		
	Mínimo	Máximo	Medio
SST	1.000	5.000.0	371.51
SDT	140.0	1.880.0	436.18
DQO	0.200	36.0	6.470
pH (*)	5.00 (*)	8.40 (*)	7.45 (*)
Aceites y grasas	1.800	9.00	4.511
Al	0.003	0.35	0.066
Ca	0.003	256.0	85.39
Cr	0.001	0.01	0.007
Cu	0.001	1.00	0.167
Fe	0.060	178.0	13.3
Pb	0.001	0.10	0.018
Mg	0.020	118.0	39.35
Hg	0.002	2.00	1.001
Ni	0.003	0.10	0.024
Na	0.023	15.0	7.511
Mn	0.001	18.0	2.462
Zn	0.001	8.0	1.869
Cloruros	1.000	120.0	27.143
Cianuros	0.010	0.02	0.013

(\*) Valor en unidades de pH.

Fuente: Tecnologías básicas aplicables a la depuración de efluentes líquidos de la Minería Metálica. MINER.

puestos orgánicos, como aldehidos.

En la minería a cielo abierto se produce una fuerte contaminación por polvo procedente del arranque, ya sea con o sin explosivos y de la carga y transporte del mineral. También se acusa la presencia de los gases procedentes de las voladuras. De las escombreras se escapan también polvos.

En la planta de tratamiento del mineral, la contaminación atmosférica es también notable por polvo en las zonas de las cintas transportadoras, volcadores y tolvas del área de tratamiento.

### 3. CONTAMINACION DE LAS AGUAS

Desde el punto de vista ambiental y también económico, el mayor problema se plantea en las aguas. La Ley de Aguas puede incidir en los costos de forma importante, igual que el derecho comunitario que nos hemos comprometido a cumplir al integrarnos en la CEE. Hay que considerar el sistema Mina-Planta. En la mina existen tres corrientes: a) aguas de drenaje de la mina; b) aguas procedentes del drenaje de escombreras, y c) aguas de los servicios auxiliares.

En la planta mineralúrgica se producen los siguientes efluentes líquidos: a) aguas de procesos: separación física y química, flotación, lixiviación (ácida o alcalina), cianuración, separación gravimétrica, recuperación de menas u otros; b) aguas sanitarias; c) aguas de servicios auxiliares (refrigeración, lavado, transporte), y d) aguas pluviales.

El factor clave para caracterizar

CUADRO N.º 2

**RANGO DE VARIACION DE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS AGUAS DE DRENAJE DE LAS MINAS DE PLOMO-ZINC (AGUAS ACIDAS)**

Parámetro	Concentración (mg/l)
pH	3.0 a 8.0 (*)
Alcalinidad	14.6 a 167
Dureza	178 a 967
SST	< 2 a 58
SDT	260 a 1.722
DQO	15.9 a 95.3
COT	1 a 11
Aceites y grasas	0 a 3
P	0.020 a 0.075
NH <sub>3</sub>	< 0.05 a 4.0
Hg	0.0001 a 0.0013
	< 0.0001 a 0.0001
Pb	0.1 a 0.3
Zn	1.38 a 38.0
Cu	< 0.02 a 0.04
Cd	0.016 a 0.055
Cr	0.17 a 0.42
Mn	< 0.02 a 57.2
Fe	0.12 a 2.5
Sulfatos	48 a 775
Cloruros	< 0.01 a 220
Fluoruros	0.06 a 0.80

(\*) Valor en unidades de pH.

Fuente: Tecnologías básicas aplicables a la depuración de efluentes líquidos de la Minería Metálica. MINER.

las aguas de mina es el pH, y así se distingue entre aguas ácidas y aguas alcalinas.

La calidad de los efluentes líquidos brutos, aguas de drenaje, de la minería a cielo abierto es semejante a la de los efluentes de la minería subterránea para minerales iguales en terrenos geológicamente similares. Debido a la lluvia, en la minería a cielo abierto las aguas brutas tienen mayor contenido de sólidos disueltos y en suspensión.

Los factores ambientales primarios que hay que tener en cuenta en las aguas de drenaje de mina y en las plantas de tratamiento de minerales son: pH,

temperatura, acidez, alcalinidad, sólidos en suspensión, sólidos disueltos, DQO, metales pesados, fenoles, cianuros, aceites y grasas, DBO<sub>5</sub>, conductividad, calcio, magnesio, dureza, sales, sílice y nitrógeno.

Los metales presentes en las aguas residuales son función del mineral y del proceso de tratamiento. Los más peligrosos son: mercurio, cadmio, plomo, cromo, zinc, manganeso, cobre, hierro, aluminio, antimonio, arsénico, berilio, molibdeno, níquel y vanadio.

Los metales pesados se encuentran como iones metálicos en disolución.

CUADRO N.º 3

**RANGO DE VARIACION DE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS AGUAS DE DRENAJE DE LAS MINAS DE PLOMO-ZINC (AGUAS ALCALINAS)**

Parámetro	Concentración (mg/l)
pH	7.4 a 8.1 (*)
Alcalinidad	180 a 196
Dureza	200 a 330
SST	2 a 138
SDT	326 a 510
DOO	< 10 a 631
COT	< 1 a 4
Aceites y grasas	3 a 29
P	0.03 a 0.15
NH <sub>3</sub>	< 0.05 a 1.0
Hg	< 0.0001 a 0.0001
Pb	< 0.2 a 4.9
Zn	0.03 a 0.69
Cu	< 0.02
Cd	0.002 a 0.015
Cr	< 0.02
Mn	< 0.02 a 0.06
Fe	0.02 a 0.90
Sulfatos	37 a 63
Cloruros	3 a 57
Fluoruros	0.3 a 1.2

(\*) Valor en unidades de pH.

Fuente: *Tecnologías básicas aplicables a la depuración de efluentes líquidos de la Minería Metálica*. MINER.

Como es natural, en cada sector hay unos factores ambientales específicos, que pueden ser los siguientes:

- *Minería del mercurio*: sólidos en suspensión, pH, mercurio, níquel.
- *Minería del hierro*: sólidos en suspensión, pH, hierro disuelto.
- *Minería del estaño y wolframio*: pH, cianuros, arsénico, cadmio, cobre, plomo, molibdeno, zinc.
- *Minería de metales básicos y preciosos*: sólidos en suspensión, pH, cianuros, cadmio, cobre, plomo, mercurio, zinc.

A título de ejemplo, se indican en los cuadros 1 al 5 los contaminantes presentes en las aguas

residuales tipo de las aguas de drenaje de minas de hierro y de plomo-zinc, aguas alcalinas y aguas ácidas y sus concentraciones.

Se ha recogido también la composición de algunos efluentes líquidos tipo en plantas de tratamiento de varios minerales de hierro, y plomo-zinc (en el proceso de flotación).

**4. EFECTOS SOBRE EL SECTOR DE LA LEY DE AGUAS**

La Ley 29/1985, de 2 de agosto, Ley de Aguas, vigente desde el 1 de enero de 1986 (B.O.E. del

8.8.85) va a representar para el sector de la minería una carga económica importante por lo que respecta al cánon de vertidos, que desarrolla el Reglamento de esta Ley.

El título I trata del dominio público hidráulico del Estado. El artículo 2 señala los bienes que lo integran, y pasan a ser públicas todas las aguas continentales, las superficiales y las subterráneas fluyentes.

El artículo 54, comprendido en el título IV, referido a la utilización del dominio público hidráulico, señala que los titulares de los aprovechamientos mineros previstos en la legislación de minas, podrán utilizar las aguas que capten con motivo de las explotaciones, dedicándolas a finalidades exclusivamente mineras. A estos efectos, deberán solicitar la correspondiente concesión, tramitada conforme indica la Ley de Aguas.

Si existen aguas sobrantes, el titular del aprovechamiento minero deberá ponerlas a disposición del Organismo de Cuenca (constituido por la Confederación y la Comisaría de Aguas), que determinará su destino o las condiciones en que deba realizarse el desagüe, atendiendo especialmente a su calidad.

Cuando las aguas captadas en labores mineras afecten a otras concesiones, la Administración considerará su posible afección a captaciones anteriores y deberán indemnizarse los perjuicios, si se causan.

La Ley no resuelve la asignación de competencias a las Comunidades Autónomas, como consecuencia de lo dispuesto en la Constitución, por lo que cabe esperar más de un conflicto.

El título V de la Ley de Aguas regula la protección del dominio hidráulico y de la calidad de las aguas y el título VI se refiere al régimen económico-financiero.

El contenido de ambos títulos es preocupante, porque no se ha estudiado bien. Parece otra Ley dictada para no cumplirse —salvo en lo que corresponde a la recaudación de cantidades importantes—, y es lamentable que sea ésta la Ley que viene a sustituir a la excelente norma de 1879.

Las inquietudes aumentan al leer los Diarios de Sesiones del Congreso de los Diputados en el debate de la Ley, que reflejan las respuestas dadas por varios representantes de la Administración de las Aguas y Medio Ambiente a las preguntas formuladas por los diputados en las respectivas comparecencias. El grado de ignorancia y de confusión es realmente alarmante en lo que concierne al capítulo de vertidos.

En primer lugar, el artículo 82 indica como objetivos de la protección del dominio público hidráulico el conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas; impedir la acumulación de compuestos tóxicos o peligrosos en el subsuelo, capaces de afectar a la composición de las aguas subterráneas (lo que puede afectar a la minería) y evitar cualquier otra actuación que pueda ser causa de degradación.

El artículo 88 señala, entre otras cuestiones, que queda prohibido efectuar vertidos directos o indirectos que contaminen las aguas, y el artículo 91 exige que toda actividad susceptible de provocar la contaminación o degradación del dominio público hidráulico y, en particular, el vertido de aguas y de productos residuales susceptibles de contaminar las aguas

continentales, requiere autorización administrativa. En este caso se encuentra plenamente la minería. De hecho, todo el contenido del título V afecta, de un modo u otro, a las labores mineras y mineralúrgicas.

El título VI se ocupa del régimen económico financiero de la utilización del dominio público hidráulico, y el artículo 104 señala que los vertidos se gravarán con un canon, destinado a la protección y mejora del medio receptor de cada cuenca hidrográfica.

Lo grave de esta Ley, en materia de protección ambiental, es que el hecho de pagar un canon no significa que se depuren las aguas residuales, simplemente se paga por contaminar, que es todo lo contrario del principio «quién contamina paga». Este principio, llamado también de causalidad, significa que no se puede conta-

minar y, en consecuencia, cuando sea preciso habrá que depurar. El coste de la depuración debe ser absorbido, en este caso, en el coste de extracción y tratamiento del mineral y repercutido en su precio.

El canon de vertido tiene sentido cuando se incluye en la tarifa de abastecimiento a las poblaciones, como es el caso de Madrid, puesto que se destina a construir, mantener y hacer funcionar las depuradoras, pero para muchos sectores —como es el de la minería— resulta un gran disparate.

Se pretende recaudar y que los organismos de cuenca o las autonomías financien las instalaciones de tratamiento de aguas. Esta política de tutela estatal en materia de saneamiento de aguas ha sido un rotundo fracaso en España en los últimos 20 años. Se han cons-

CUADRO N.º 4  
CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE BENEFICIACION DEL HIERRO

Parámetro	Concentración (mg/l)		
	Mínimo	Máximo	Medio
SST	1.20	9.999.0	1.894.8
SDT	0.500	356.0	207.1
DQO	0.200	36.0	16.986
pH (*)	5.000 (*)	8.30 (*)	7.187 (*)
Aceites y grasas	0.030	40.40	14.229
Al	0.030	5.00	0.994
Ca	55.0	250.0	120.0
Cu	—	—	—
Fe	0.200	10.0	2.568
Pb	0.100	5.0	3.367
Ni	0.010	0.05	0.023
Mn	0.007	20.0	2.772
Zn	0.006	10.0	3.013
Cloruros	1.000	110.0	22.145
Cianuros	—	—	—

(\*) Valor en unidades de pH.

Fuente: Tecnologías básicas aplicables a la depuración de efluentes líquidos de la Minería Metálica. MINER.

CUADRO N.º 5

**RANGO DE VARIACION DE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE FLOTACION DE PLOMO-ZINC**

Parámetro	Rango de Concentración	
	Mínimo	Máximo
pH	7,9 (%)	8.8 (*)
Alcalinidad	26	609
Dureza	310	1.760
SST	<2	108
SDT	670	2.834
DQO	71.4	1.535
COT	11	35
Aceites y grasas	0	8
Detergentes	0.18	3.7
P	0.042	0.150
NH <sub>4</sub>	<0.05	14
Hg	<0.0001	0.1
Pb	<0.1	1.9
Zn	0.12	0.46
Cu	<0.02	0.36
Cd	0.005	0.011
Cr	<0.02	0.67
Mn	<0.02	0.08
Fe	0.05	0.53
Cianuros	<0.01	0.03
Sulfatos	295	1.825
Cloruros	21	395
Fluoruros	0.13	0.26

(\*) Valor en unidades de pH.

Fuente: *Tecnologías básicas aplicables a la depuración de efluentes líquidos de la Minería Metálica*. MINER.

económico-financiero de la utilización del dominio público hidráulico, y su capítulo II desarrolla lo concerniente al *canon de vertido*.

Los artículos 291 a 294 dicen:

**Art. 291.** La obligación de satisfacer el canon tendrá carácter periódico y anual, y nace en el momento en que sea otorgada la autorización de vertido. Durante el primer trimestre de cada año natural deberá abonarse el canon correspondiente al año anterior.

**Art. 292.** Están obligados al pago del canon de vertido los titulares de las autorizaciones.

**Art. 293.** Para la definición de la unidad de contaminación (UC), se considerará que la carga contaminante por habitante y día es de:

90 gramos de materias en suspensión (MES).

61 gramos de materiales oxidables (MO).

**Art. 294.** La carga contaminante se determinará por la fórmula siguiente:

- C = K V, en la que,
- C = Carga contaminante medida en unidades de contaminación,
- V = Volumen del vertido en metros cúbicos/año,
- K = Un coeficiente que depende de la naturaleza del vertido y del grado de tratamiento previo al vertido. Los valores de este coeficiente se incluyen en el anexo de este título IV.

Este anexo se reproduce en el cuadro n.º 6.

En la clasificación de actividades potencialmente contaminantes de las aguas incluye en la clase 2 la extracción de minerales metálicos.

Recoge igualmente unas tablas de los parámetros característicos que se deben considerar, como mínimo, en la estima del tratamiento de vertido, tablas que se reproducen en el cuadro n.º 7.

truído más de 1.300 depuradoras municipales, con dinero de los presupuestos del Estado y funcionan poquísimas, y bien funcionan menos aún. Esta inversión actualizada representa miles y miles de millones prácticamente inútiles. No se entiende esta política, a no ser que persiga una política continuísta de realización de proyectos y obras estatales, sin que preocupe mucho que después funcionen o no.

El Real decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos I, IV, V, VI y VII de la Ley

de Aguas (B.O.E. del 30-4-1986) desarrolla de forma prolija, en su título III, las normas de protección del dominio público hidráulico y de la calidad de las aguas continentales.

El capítulo II del título III del citado Reglamento se refiere a las autorizaciones de vertido, a las empresas colaboradoras de la Administración —MOPU—, a las sustancias contaminantes, al establecimiento de instalaciones industriales, a la suspensión y revocación de las autorizaciones y a las empresas de vertido.

El título IV trata del régimen

**El artículo 295 señala:**

«1. El organismo de cuenca, con base en los planes de depuración establecidos por las Administraciones Públicas competentes, formulará las previsiones de inversión que puedan servir para calcular el valor de la unidad de contaminación, de modo que se cubra la financiación necesaria.

2. El valor de la unidad de contaminación se establecerá para períodos de cuatro años, sin perjuicio de la revisión, en su caso, en función de la depreciación de la moneda.

3. En tanto se determinan por los organismos de cuenca los valores de la unidad de contaminación, se fija con carácter general y transitorio un valor para la misma de 500.000 pesetas, que tendrá una reducción del 80 por 100 durante 1986, del 60 por 100 durante 1987 y del 40 por 100 durante 1988.»

Tampoco se han tenido en cuenta las directivas de la CEE, que no coinciden en su totalidad con los criterios de la Ley de Aguas, y para que la maraña de disposiciones sea más complicada cabe hablar de las leyes de aguas de las autonomías, que se solapan o contradicen algunos artículos de la Ley.

Las comunidades autónomas tienen conferidas competencias en materia de protección del medio ambiente, artículo 148.1.9.ª de la Constitución. Allí se incluye la cuestión de las aguas residuales. Todos los estatutos de autonomía han asumido estas competencias, y algunas comunidades han legislado ya sobre este particular.

La Ley 5/1981, de 4 de junio, de la Generalidad de Cataluña, sobre evacuación y tratamiento de aguas residuales y el decreto 305/1982, de 13 de junio, que desarrolla esta Ley, o la Ley 17/1984, de 20 de diciembre, de la Comunidad de Madrid, reguladora del abastecimiento y saneamiento del agua en esta comuni-

dad y el elevado número de disposiciones que fijan las tarifas y cánones, son un ejemplo.

La Ley de Aguas parece ignorar estas leyes, y lo mismo ocurre con la Ley de Madrid respecto a la Ley de Aguas. La confusión es grande, el costo será alto. ¿Y la eficacia? ¿Quién autorizará los vertidos? ¿Cuántos cánones y cuotas suplementarias habrá que pagar? Y, sobre todo, ¿quién, cómo, dónde y cuándo depurará? Porque todo esto es en detrimento de la ya muy deteriorada calidad de las aguas en numerosos tramos de nuestros ríos y zonas del litoral.

Existe además otra Ley del MOPU sobre residuos tóxicos y peligrosos, gran parte de los cuales se canalizan en la actualidad al medio receptor a través de los efluentes líquidos. ¿Cómo encajan todas estas leyes? ¿Se ha efectuado una evaluación económica de todas estas medidas le-

gislativas? Me temo que no, y es muy grave.

Al estudiar a fondo el contenido y la aplicación de lo preceptuado en la Ley de Aguas para la regulación de vertidos se aprecia el desequilibrio en el tratamiento de esta parte del ciclo del agua con respecto a las concesiones, dominio de las aguas, etcétera.

Seguramente habrá que complementar lo establecido en esta Ley con otras dos leyes, de protección de las aguas continentales y de protección del mar y de sus recursos vivos, que regulen las acciones y medidas precisas para mantener y mejorar la calidad de los recursos hídricos y de las zonas del litoral.

Debe establecerse un sistema racional y unos instrumentos que hagan eficaz la normativa dictada, lo que ahora no se produce.

CUADRO N.º 6

**ANEXO AL TITULO IV DE LA LEY DE AGUAS**  
**Valores del coeficiente K para la deducción de la carga contaminante computable a efectos del canon de vertido:**  
 $K = k \times 10^{-5}$

NATURALEZA DEL VERTIDO	GRADO DE TRATAMIENTO		
	El afluente no supera los valores de		
	Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3
Valores de k			
1. Urbano:			
a) Sin industria ... ..	1,0	0,20	0,10
b) Industrialización media ... ..	1,2	0,24	0,12
c) Muy industrializado ... ..	1,5	0,30	0,15
2. Industrial:			
a) De la clase 1 ... ..	2,0	0,40	0,20
b) De la clase 2 ... ..	3,0	0,60	0,30
c) De la clase 3 ... ..	4,0	0,80	0,40

El Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo podrá autorizar la fijación de valores intermedios del coeficiente K, a cuyo efecto dictará la normativa oportuna.

## 5. RESIDUOS SOLIDOS

Los residuos sólidos producidos en las labores mineras son voluminosos, tanto por lo que se refiere a las escombreras de estériles como a los lodos y residuos procedentes de las plantas mineralúrgicas.

También su adecuado depósito y la restauración de las zonas degradadas puede tener un elevado coste. Se exigirá el control de lixiviados de escombreras, con metales pesados.

## 6. OTROS ASPECTOS RELACIONADOS CON EL MEDIO AMBIENTE

Un aspecto ambiental importante es el de la alteración de los terrenos y, en consecuencia, la degradación del paisaje.

La minería a cielo abierto produce un enorme deterioro en los terrenos del entorno. Las modificaciones que se originan son más o menos importantes y extensas según las características geológicas de los yacimientos.

La restauración de las áreas modificadas resulta muy costosa. Con fuertes inversiones estos terrenos pueden dedicarse después a zonas verdes e incluso a cultivos determinados, pero es preciso evaluar bien los costos y beneficios de tales acciones.

En 1982 se promulgó el Real decreto 2994/1982, de 15 de octubre (B.O.E. del 15-II-1985), sobre restauración del espacio natural afectado por actividades mineras. En su preámbulo se indica que uno de los problemas ambientales causados en ocasiones por la minería es el del deterioro de los terrenos circundantes

CUADRO N.º 7

### TABLAS DE LOS PARAMETROS CARACTERISTICOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR, COMO MINIMO, EN LA ESTIMA DEL TRATAMIENTO DEL VERTIDO

Parámetro - Unidad	Nota	Valores Ilimites		
		Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3
pH	(A)	Comprendido entre 5,5 y 9,5		
Sólidos en suspensión (mg/l)	(B)	300	150	80
Materias sedimentables (ml/l)	(C)	2	1	80,5
Sólidos gruesos	(D)	Ausentes	Ausentes	Ausentes
D.B.O.5 (mg/l)	(D)	300	60	40
D.Q.O. (mg/l)	(E)	500	200	160
Temperatura (°C)	(B)	3°	3°	3°
Color	(G)	Inapreciable en disolución:		
		1/40	1/30	1/20
Aluminio (mg/l)	(H)	2	1	1
Arsénico (mg/l)	(H)	1,0	0,5	0,5
Bario (mg/l)	(H)	20	20	20
Boro (mg/l)	(H)	10	5	2
Cadmio (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,1
Cromo III (mg/l)	(H)	4	3	2
Cromo VI (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,2
Hierro (mg/l)	(H)	10	3	2
Manganeso (mg/l)	(H)	10	3	2
Níquel (mg/l)	(H)	10	3	2
Mercurio (mg/l)	(H)	0,1	0,5	0,05
Plomo (mg/l)	(H)	0,5	0,2	0,2
Selenio (mg/l)	(H)	0,1	0,3	0,03
Estaño (mg/l)	(H)	10	10	10
Cobre (mg/l)	(H)	10	0,5	0,2
Cinc (mg/l)	(H)	20	10	3
Tóxicos metálicos	(J)	3	3	3
Cianuros (mg/l)	(K)	1	0,5	0,5
Cloruros (mg/l)	(L)	2.000	2.000	2.000
Sulfuros (mg/l)	(L)	2	1	1
Sulfitos (mg/l)	(L)	2	1	1
Sulfatos (mg/l)	(L)	2.000	2.000	2.000
Fluoruros (mg/l)	(L)	12	8	6
Fósforo total (mg/l)	(K)	20	20	10
Idem	(K)	0,5	0,5	0,5
Amoníaco	(L)	50	50	15
Nitrógeno nítrico (mg/l)	(L)	20	12	10
Aceites y grasas (mg/l)	(M)	40	25	20
Fenoles (mg/l)	(M)	1	0,5	0,5
Aldehídos (mg/l)	(N)	2	1	1
Detergentes (mg/l)	(N)	6	3	2
Pesticidas (mg/l)	(P)	0,05	0,05	0,05

Notas:

General.- Cuando el caudal vertido sea superior a la décima parte del caudal mínimo circulante por el receptor, las cifras de la tabla 1 podrán reducirse en lo necesario, en cada caso concreto, para adecuar la calidad de las aguas a los usos reales o previsibles de la corriente en la zona afectada por el vertido.

Si un determinado parámetro tuviese definidos sus objetivos de calidad en el medio receptor, se admitirá que en el condicionado de las autorizaciones de vertido pueda superarse el límite fijado en la tabla 1 para tal parámetro, siempre que la dilución normal del efluente permita el cumplimiento de dichos objetivos de calidad.

(A) La dispersión del efluente a 50 metros del punto de vertido debe conducir a un pH comprendido entre 6,5 y 8,5.

(B) No atraviesan una membrana filtrante de 0,45 micras.

(C) Medidas en cono Imhoff en dos horas.

(D) Para efluentes industriales, con oxidabilidad muy diferente a un efluente doméstico tipo, la concentración límite se referirá al 70 % de la D.B.O. total.

(E) Determinación al bicromato potásico.

(F) En ríos, el incremento de temperatura media de una sección fluvial tras la zona de dispersión, no superará los 3° C.

(G) En lagos o embalses, la temperatura del vertido no superará los 30° C.

(H) La apreciación del color se estima sobre 10 centímetros de muestra diluida.

(I) El límite se refiere al elemento disuelto, como ion o en forma compleja.

(J) La suma de las fracciones concentración real/límite exigido relativa a los elementos tóxicos (arsénico, cadmio, cromo VI, níquel, mercurio, plomo, selenio, cobre y cinc) no superará el valor 3.

(K) Si el vertido se produce a lagos o embalses, el límite se reduce a 0,5, en previsión de brotes eutróficos.

(L) En lagos o embalses el nitrógeno total no debe superar 10 mg/l, expresado en nitrógeno.

(M) Expresado en C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>.

(N) Expresado en lauril-sulfato.

(P) Si se tratase exclusivamente de pesticidas fosforados, puede admitirse un máximo de 0,1 mg/l.



a la zona de actividad, circunstancia que se manifiesta de modo especial en las explotaciones a cielo abierto, pudiéndose provocar perjuicios no sólo de orden estético sino también geomorfológico, como la erosión.

En dicho decreto se exige la presentación de un plan de restauración del espacio natural afectado por las labores mineras. La primera parte del plan debe recoger la información suficiente sobre el medio socioeconómico y la descripción de las características geobiofísicas del entorno de la explotación, de modo que pueda efectuarse una evaluación previa del impacto ambiental.

La segunda parte comprende el propio proyecto de restauración, incluyendo las medidas previstas para la protección del paisaje, acondicionamiento de la superficie del terreno, plan para el almacenamiento de residuos, prevención de la erosión, reforestación y cualquier otra acción que se considere oportuna.

Estas acciones de restauración son muy costosas y huelga decir que no se cumplen.

Otro aspecto importante en la minería es el relacionado con los accidentes, enfermedades laborales, ayudas, subvenciones y otros factores de tipo social que en la realización de una correcta evaluación del impacto ambiental es necesario considerar.

## **7. INCIDENCIA DEL DERECHO COMUNITARIO EN LA MINERÍA Y MINERALURGA**

Las medidas legislativas de la CEE en materia de protección del

medio ambiente son numerosas. Existen más de 100 actos comunitarios emanados de la Dirección XI, que se ocupa de las cuestiones ambientales. Naturalmente no todas las disposiciones son del mismo rango y entidad, pero hay que destacar 8 reglamentos y 46 directivas, todos ellos de obligado cumplimiento, además de otras decisiones, declaraciones, resoluciones, recomendaciones y acuerdos.

Desde 1972, en que la CEE empezó a atender las exigencias ambientales, se han elaborado tres programas de acción en materia de medio ambiente. El primer programa se desarrolló desde 1973 a 1976, el segundo desde 1977 a 1981 y el tercero —actualmente vigente— cubre desde 1982 a 1986. Comprenden un conjunto de actuaciones realmente importantes y sintetizan, en cierto modo, la política ambiental de las Comunidades.

En lo que se refiere a la legislación comunitaria, para la minería son importantes las siguientes disposiciones:

Respecto a la contaminación atmosférica en las plantas, hay que considerar:

- Directiva 80/779/CEE del Consejo, de 15 de julio 1980, referente a los valores límites y valores guía de calidad atmosférica para SO<sub>2</sub> y partículas en suspensión.

- Directiva 84/360/CEE del Consejo, del 28 de junio 1984 sobre la lucha contra la contaminación atmosférica procedente de las instalaciones industriales.

En la regulación de la contaminación de las aguas son importantes la Directiva 76/464/CEE del Consejo, de 4 de mayo 1976, referente a la contaminación cau-

sada por determinadas sustancias peligrosas vertidas al medio acuático y las que regulan específicamente los vertidos de mercurio y cadmio.

Esta directiva debe aplicarse a las aguas superficiales, a las subterráneas y a las aguas marinas de la zona del litoral. Clasifica las sustancias contaminantes en dos grupos, que relaciona en las lista I y lista II, que han sido recogidas en el Reglamento de la Ley de Aguas.

La lista I comprende determinadas sustancias que forman parte de las categorías y grupos de sustancias que se indican a continuación, escogidas principalmente por su toxicidad, persistencia y bioacumulación, con excepción de las sustancias biológicamente inofensivas o que se transforman rápidamente en sustancias biológicamente inofensivas:

1. Compuestos organohalogenados y sustancias que pueden dar origen a compuestos de esta clase en el medio acuático.

2. Compuestos organofosfóricos.

3. Compuestos organostánicos.

4. Sustancias cuyo poder cancerígeno en el medio acuático, o transmitido por medio de éste, esté demostrado (1).

5. Mercurio y compuestos de mercurio.

6. Cadmio y compuestos de cadmio.

7. Aceites minerales persistentes e hidrocarburos de origen petrolero persistentes y, en lo relativo a la aplicación de los artículos 2, 8, 9 y 14 de la presente directiva.

8. Materias sintéticas persistentes que pueden flotar, perma-

necer en suspensión o hundirse y causar perjuicio a toda clase de utilizaciones de las aguas.

La lista II comprende:

a) las sustancias que forman parte de las categorías y grupos de sustancias enumeradas en la lista I para las que no se han determinado los valores límites previstos en el artículo 6 de la directiva, b) determinadas sustancias y determinados tipos de sustancias que forman parte de las categorías y grupos de sustancias antes enumerados, y que tienen efectos perjudiciales para el medio acuático, que no obstante pueden limitarse a determinada zona según las características de las aguas receptoras y su localización.

Categorías y grupos de sustancias correspondientes al segundo apartado:

1.-Los metaloides y los metales siguientes y sus compuestos:

1. Zinc; 2. Cobre; 3. Níquel; 4. Cromo; 5. Plomo; 6. Selenio; 7. Arsénico; 8. Antimonio; 9. Molibdeno; 10. Titanio; 11. Estaño; 12. Bario; 13. Berilio; 14. Boro; 15. Uranio; 16. Vanadio; 17. Cobalto; 18. Talio; 19. Telurio y 20. Plata.

2.-Biocidas y sus derivados que no figuren en la lista I.

3.-Sustancias que tengan efectos perjudiciales para el sabor y/o el olor de los productos de consumo humano derivados del medio acuático, así como los compuestos que pueden dar origen a sustancias de esta clase en las aguas.

4.-Compuestos organosiliciados tóxicos o persistentes y sustancias que puedan dar origen a compuestos de esta clase en las aguas, excluidos los biológica-

mente inofensivos o que dentro del agua se transforman rápidamente en sustancias inofensivas.

5.-Compuestos inorgánicos de fósforo y fósforo elemental.

6.-Aceites minerales no persistentes e hidrocarburos de origen petrolero no persistentes.

7.-Cianuros, fluoruros.

8.-Sustancias que influyen desfavorablemente en el balance de oxígeno, concretamente las siguientes:

- Amoniaco.
- Nitritos.

Deben considerarse también:

— la Directiva 80/68/CEE del Consejo, de 17 de diciembre de 1979, referente a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por ciertas sustancias peligrosas,

— la Directiva 78/319/CEE, del Consejo, de 20 de marzo de 1978, relativa a los residuos tóxicos y peligrosos.

Esta última directiva considera residuos tóxicos y peligrosos los constituidos por los siguientes elementos y compuestos:

1. El arsénico, compuesto de arsénico.
2. El mercurio, compuesto de mercurio.
3. El cadmio, compuesto de cadmio.
4. El talio, compuesto de talio.
5. El berilio, compuesto de berilio.
6. Compuestos de cromo exavalente.
7. El plomo, compuestos de plomo.
8. El antimonio, compuesto de antimonio.
9. Los fenoles, compuestos fenolados.
10. Los cianuros, orgánicos e inorgánicos.
11. Los isocianatos.
12. Los compuestos organo-halógenos, con exclusión de las materias polimerizadas inertes y otras sustancias determinadas en esta lista o por otras directivas que traten de la eliminación de residuos tóxicos o peligrosos.
13. Los disolventes clorados.
14. Los disolventes orgánicos.

15. Los biocidas y las sustancias fitofarmacéuticos.

16. Los productos a base de alquitrán procedentes de operaciones de refinado y los residuos alquitranados procedentes de operaciones de destilación.

17. Los compuestos farmacéuticos.

18. Los peróxidos, cloratos, percloratos y nitruros.

19. Los éteres.

20. Las sustancias químicas de laboratorio no identificables y/o nuevas cuyos efectos sobre el medio ambiente no sean conocidos.

21. El amianto (polvos y fibras).

22. El selenio: compuestos de selenio.

23. El telurio: compuestos de telurio.

24. Los compuestos aromáticos policíclicos (con efectos cancerígenos).

25. Los metales carbonilos.

26. Los compuestos de cobre soluble.

27. Las sustancias ácidas y/o básicas utilizadas en los tratamientos de superficie de los metales.

La Directiva 79/113/CEE del Consejo, de 19 de diciembre de 1978, se refiere a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros respecto a la determinación de la emisión sonora de máquinas y equipos.

También será de obligado cumplimiento la directiva que exige la realización de los estudios de impacto ambiental y el correspondiente decreto legislativo español.

Como puede observarse, toda esta normativa afecta mucho a la minería y es muy dura y costosa de cumplir.

La Ley de Aguas no la ha tenido en cuenta en todos sus aspectos, a no ser que obligue a depurar absolutamente a todas las industrias de este tipo dentro de su propia planta y además se pague un canon de vertido y en algunos casos — como en la Comunidad de Madrid — otra cuota suplementaria, lo cual resulta absolutamente disparatado.

CUADRO N.º 8

NIVEL II - LIMITES DE EMISION DE EFLUENTES RECOMENDADOS (1)

MINERIA (CATEGORIA)	HIERRO (II)		METALES BASICOS Y PRECIOSOS (III)				Sn y W (III)		MERCURIO (IV)		URANIO (V)		MINERALES NO CLASIFICADOS (VI)		
	I-1	I-2	II-1	II-2	II-3	II-4	III-1	III-2	IV-1	IV-2	V-1	VI-1	VI-2	VI-3	
SUBCATEGORIA (2)															
PARAMETRO (3)	I-1	I-2	II-1	II-2	II-3	II-4	III-1	III-2	IV-1	IV-2	V-1	VI-1	VI-2	VI-3	
pH (4) ... ..	6-9		6-9	6-9			6-9	6-9	6-9		6-9	6-9			
SST (6) ... ..	30		30	30			30	30	30		30	30			
Fe disuelto ... ..	1,0		—	—			—	—	—		—	—	1,0		
Cu ... ..	—		0,30	0,30			0,30	0,30	—		—	—	—		
Pb ... ..	—	Vertido nulo	0,40	0,40	Vertido nulo	Vertido nulo	0,40	—	—	Vertido nulo	—	—	—	Vertido nulo	
Hg ... ..	—		0,001	0,001	Vertido nulo	Vertido nulo	—	—	0,001	—	—	—	—		
Zn ... ..	—		1,50	1,50			1,50	1,50	—		1,50	—	—		
Cd ... ..	—		—	0,10	Vertido nulo	Vertido nulo	0,10	0,10	—	Vertido nulo	0,10	—	—	Vertido nulo	
As ... ..	—	Vertido nulo	—	—	Vertido nulo	Vertido nulo	0,50	0,50	—	Vertido nulo	0,50	—	—	Vertido nulo	
Ni ... ..	—		—	—			—	—	0,50		—	—	—		
U ... ..	—		—	—			—	—	—		2	—	—		
Ra 226 (5) ... ..	—		—	—			—	—	—		3	—	—		
DQO (6) ... ..	—		—	—			—	—	—		100	—	—		
Cianuros ... ..	—		—	0,10			—	0,10	—		—	—	—		

Igual que las correspondientes al metal básico

(1) Los valores dados en la tabla se refieren al promedio en 30 días, máximo en 24 horas puede duplicarse dichos valores, a excepción del valor del pH que permanece. Sólo se mencionan los valores de los parámetros seleccionados en cada subcategoría.

(2) Ver listado de subcategorías.

(3) Todos los valores en mg/l, excepto pH y Ra 226.

(4) Medido en unidades de pH.

(5) Medido en picocurios/litro.

(6) SST = sólidos en suspensión totales; DQO = demanda química de oxígeno.

**LISTADO DE SUBCATEGORIAS**

I Categoría: Minería del hierro

I.1 Subcategoría: Minas y plantas con procesos de separación física y/o química.

I.2 Subcategoría: Plantas con separación magnética y física.

II Categoría: Minería de metales básicos y preciosos (cobre, plomo, zinc, oro, plata, etc...)

II.1 Subcategoría: Minas.

II.2 Subcategoría: Plantas de flotación con espumantes.

II.3 Subcategoría: Plantas con procesos de lixiviación.

II.4 Subcategoría: Plantas con procesos de cianuración de oro y/o plata.

III Categoría: Minería de wolframio y estaño (y, en general, de metales para ferroaleaciones).

III.1 Subcategoría: Minas y plantas con procesos físicos.

III.2 Subcategoría: Plantas de flotación y lixiviación.

IV Categoría: Minería del mercurio.

IV.1 Subcategoría: Minas.

IV.2 Subcategoría: Plantas de flotación o separación gravimétrica.

V Categoría: Minería del uranio.

V.1 Subcategoría: Minas y plantas con procesos de lixiviación (ácida, alcalina o combinación de ambos tipos).

VI Categoría: Minas o plantas con procesos de recuperación de menas o metales, no clasificados.

VI.1 Subcategoría: Minas y plantas con procesos de recuperación de menas o metales de platino, titanio y circonio.

VI.2 Subcategoría: Minas y plantas con procesos de recuperación de menas o metales de berilo y tierras raras.

VI.3 Subcategoría: Plantas con procesos de recuperación de un metal como subproducto de una planta de beneficiación de metales básicos.

## 8. ACCIONES A LLEVAR A CABO EN MATERIA DE PROTECCION AMBIENTAL

A la vista de lo prescrito en la Ley de Aguas y en la normativa de la CEE, parece que el sector de la minería se va a ver obligado a tomar medidas muy estrictas para evitar la contaminación del agua, lo que representa un gran esfuerzo y costo, puesto que hasta la fecha se ha hecho apenas nada.

El Ministerio de Industria y Energía estudió, en su día, los valores límite de emisión de los

efluentes de la minería metálica, que en su exigencia más suave son los que se indican en el cuadro n.º 8, y que se ha elaborado partiendo de las normas y estudios de la EPA (Environmental Protection Agency) de los EE.UU.

Como orientación de lo que ésto puede significar, en el cuadro n.º 9 se señalan, por ejemplo, las características de las soluciones de lixiviación ácida que se producen en el tratamiento de menas de cobre, en seis plantas.

La medida correctora usada en la minería metálica con más frecuencia es la neutralización de las

aguas ácidas de mina y la reducción simultánea de los metales en forma iónica —compuestos peligrosos— a niveles admisibles. Se efectúa una neutralización añadiendo cal y luego se sedimenta para eliminar sólidos en suspensión.

Las aguas alcalinas no se neutralizan, por lo que se conducen directamente al sistema de sedimentación, que generalmente consiste en balsas construidas con diques de estériles y con poco cuidado, con lo cual resulta un tratamiento insuficiente.

La primera acción que convie-

CUADRO N.º 9

### CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS SOLUCIONES ESTERILES (RECICLADAS) DE SOLUCIONES EN LIXIVIACION ACIDA EN MONTONES, PRESA O «IN SITU» (LIXIVIACION MENAS DE COBRE)

Parámetro	Concentración (mg/l) en solución de lixiviación en varias plantas					
pH	3.56 (*)	2.82 (*)	3.56 (*)	2.49 (*)	4.24 (*)	3.39 (*)
ST	28.148	47.764	44.368	83.226	29.494	—
SST	14	186	162	34	218	—
DQO	515.8	1.172	80	385.1	440.5	—
COT	1.3	28.0	27.5	46.0	11.0	—
Aceites y grasas	<1.0	6.0	2.0	5.0	<1.0	—
S	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	—
As	<0.07	0.23	0.07	<0.01	<0.07	0.04 a 0.60
B	0.11	0.31	<0.01	0.08	0.03	—
Cd	7.74	0.092	5.55	4.50	0.20	0.56
Cu	36.0	145.0	97.0	72.0	7.00	52.25
Fe	2.880.0	6.300.0	650.0	3.500.0	3.658.0	—
Pb	0.1	<0.1	0.1	1.14	<0.1	0.68
Mn	260.0	84.0	123.5	190.0	149.4	—
Hg	0.0009	0.0012	0.0010	0.0003	0.0007	0.0003
Ni	2.40	7.20	5.68	31.1	6.90	—
Ti	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	—
Se	<0.003	<0.040	0.030	<0.003	<0.020	0.13
Ag	<0.1	<0.1	<0.1	0.038	<0.1	—
Te	1.0	1.0	1.8	2.5	1.1	—
Zn	940.0	28.5	33.0	74.5	21.0	—
Sb	<0.5	<0.5	<0.5	<2.0	<0.5	—
Au	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	—
Co	3.30	3.80	7.3	72.0	13.70	—
Mo	—	0.75	1.33	0.35	0.5	—
Sn	—	—	—	2.40	—	—
Cianuros	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	—

(\*) Medido en unidades de pH.

ne llevar a cabo en las explotaciones mineras es realizar un estudio profundo que analice la situación del sistema mina-planta, con el fin de recircular el agua en el complejo industrial para reutilizarla todo lo posible, para reducir el volumen de aguas residuales.

Al mismo tiempo, debe efectuarse un diagnóstico ambiental que evalúe lo que representa para cada explotación lo previsto en la Ley de Aguas, en el decreto de restauración de terrenos alterados por la minería y en las directivas de la CEE, considerando las medidas correctoras aplicables y optimizando las inversiones.

Estos estudios no están hechos y parece urgente llevarlos a cabo. Se trata de realizar unas evaluaciones de impacto ambiental totalmente necesarias.

## **9. COSTOS**

Los costos de adaptación de las explotaciones mineras a las exigencias de protección ambiental pueden ser muy altos, especialmente en el caso del agua, tan altos que hagan inviables las labores de beneficio de minerales si no se optimizan las soluciones.

Los parámetros fundamentales del costo del tratamiento de aguas residuales son el caudal y la carga contaminante. Por ello, se requiere mejorar el consumo de agua en planta; reciclarla al máximo; segregarse las diferentes corrientes de aguas usadas en función del tipo de efluente, su volumen y carga contaminante; recuperar subproductos; analizar la incidencia de los vertidos en el cauce receptor y la de las escombreras y lodos en el suelo y en los acuíferos subterráneos; efectuar antes del tratamiento una buena

homogeneización de las aguas residuales y adoptar el proceso de depuración que resulte adecuado después de una profunda y completa evaluación que determine las acciones correctas y costos en cada caso.

### **NOTA**

(1) En tanto en cuanto determinadas sustancias incluidas en la lista II tienen poder cancerígeno, se incluyen en la categoría 4 de la presente lista.