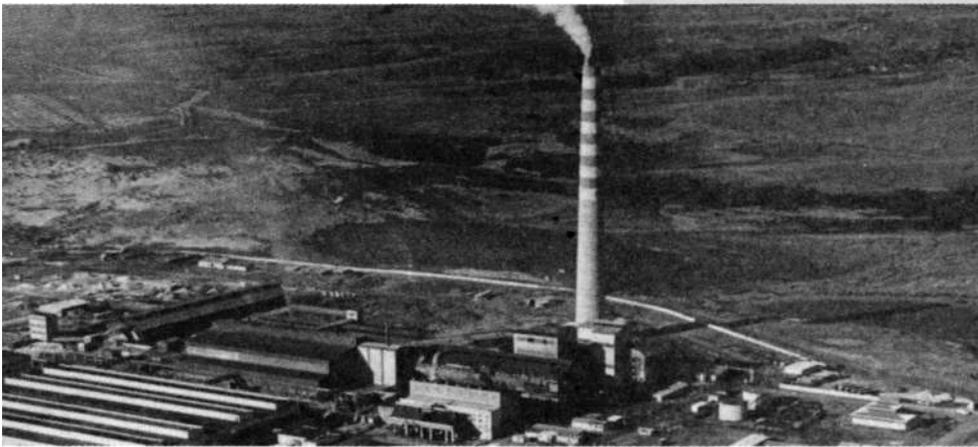


Impacto ambiental de la actividad minera en Chile: Balance preliminar

Hernán Durán **



Introducción

Se puede afirmar, sin exagerar, que el impacto ambiental de la actividad minera es, relativamente, varias veces más importante que la participación del sector en el conjunto de la economía chilena.

Los vacíos existentes en la legislación nacional, y las debilidades metodológicas para realizar el análisis del impacto ambiental de la actividad productiva -incluida su incidencia económica- hacen imposible pretender obtener una conclusión única y definitiva de la magnitud de dicho impacto. Sin

embargo, el conocimiento disponible permite llamar la atención sobre algunos de los problemas más importantes para poder corregir una situación a todas luces grave y avanzar, lo más rápidamente posible, en la proposición de una política ambiental del sector minero.

Las insuficiencias legales y metodológicas tienen que ver con la novedad del tema; sin embargo, hay experiencias mundiales que permitirían seguir caminos menos costosos que actuar sólo para recuperar el deterioro ya causado en un ecosistema determinado

En los países industrializados, donde el grado de desarrollo de las fuerzas productivas y el deterioro de los ecosistemas es mayor, se ha avanzado más rápidamente en la formulación de políticas de protección del medio ambiente. ¿Es necesario esperar que colapsen nuestros ecosistemas, o podemos apoyarnos en esta experiencia? La primera enseñanza es que los costos de actuar preventivamente son varias veces menores que el de recuperar el medio deteriorado.

Otro factor que explica estas insuficiencias tiene que ver con el hecho de que no se han ponderado adecuadamente los aspectos económicos implícitos en las decisiones sobre el medio ambiente. Así como no hay exigencias de estudios de impacto ambiental, tampoco hay análisis de factibilidad económica del impacto ambiental de la actividad productiva. Ambas constituyen las herramientas básicas que no pueden estar ausentes de una política sobre el ambiente.

El deterioro del recurso ambiental provocado por la minería tiene consecuencias directas sobre los beneficios que se podrían esperar de una adecuada explotación de los recursos naturales renovables.

La experiencia en la propia región ha demostrado que el argumento mediante el cual se justifica el deterioro ambiental por la falta de recursos para financiar los mayores costos de inversión en que habría que incurrir en los procesos y tratamientos para evitarla, ha resultado ser una justificación que en la mayoría de los casos no resiste una evaluación seria. Tanto porque los costos en que hay que incurrir no son tan elevados, como porque los retornos directos e

indirectos suelen hacer que estas inversiones sean altamente rentables.

Por esta razón, es pertinente reivindicar la evaluación del impacto ambiental junto al establecimiento de un principio orientador del gasto ambiental. ¿Es éste responsabilidad del Estado, la población local, o bien habría que aplicar el principio de que el que contamina paga?

Este trabajo no aspira responder a esta pregunta por ahora, pues primero se requiere hacer una evaluación, aunque sea aproximada de la magnitud del problema. Para esto, se presentarán algunos de los problemas señalados en la bibliografía de la contaminación hídrica, para después concentrarse, principalmente, en la contaminación atmosférica que se deriva de la actividad de las seis fundiciones más importantes, que son, de norte a sur: Chuquicamata, Potrerillos, Paipote, Chagres, Ventanas y Caletones en El Teniente. Los efectos sobre el suelo sólo serán indicados al pasar. Al final se analizarán algunos aspectos de política ambiental.

CONSIDERACIONES GENERALES¹

El impacto ambiental de la producción minera, tanto de la mina como en las plantas de procesamiento, es la contaminación de tipo químico en el suelo, agua superficial y subterránea y aire².

1 Parte de este trabajo, en especial los cálculos de las emisiones de las fundiciones, fueron realizados con ocasión del informe que en 1988 preparó el autor como consultor del Banco Mundial. Su publicación se hace con la debida autorización del Banco.

2 Este trabajo se refiere, principalmente, al impacto ambiental de la minería del cobre en Chile. Por razones de tiempo no ha sido posible abordar el resto de la minería, quedando al margen cuestiones tan importantes como: la responsabilidad en los problemas ambientales de la VIII Región (Enacar y Schwager) y futuros de la producción del extremo Sur (Cocar), por la minería del carbón; contaminación atmosférica de la zona central (Polpaico y Melón) y de la VIII Región (Bío-Bío), por la producción de cemento; la contaminación hídrica, atmosférica y del suelo de la minería del hierro, oro y plata, salitre y yodo (Soquimich), litio; otros metálicos y no metálicos; la extracción y transporte de petróleo en el extremo sur y la contaminación de las refinerías (ENAP); etc.

ABSTRACT. The article holds that the environmental impact of mining activities in Chile is several times greater than the sector's participation in the national economy as a whole. The causes can be imputed to the existing gaps in environmental legislation and the weak methodology used to analyze environmental impacts. Water and atmospheric contamination are discussed, considered to be the most relevant aspect in Chile. Finally a list of actions and initiatives to con front the problem is proposed.

Los agentes contaminantes más comunes en el país son el azufre, el arsénico y los metales pesados, en general bajo distintas formas de compuestos.

Cuando no se han aplicado las medidas preventivas adecuadas sus efectos directos más comunes son de tipo tóxico, deteriorando el desarrollo de la fauna y flora local y la salud de los trabajadores y de la población. En algunos casos, como es sabido, los metales pesados que absorbe la fauna, especialmente marítima, son bioacumulados, generando posteriores problemas en la salud de la población que los consume de manera habitual.

Además, hay efectos de tipo estético, por la modificación del paisaje y de la transformación de las características naturales del medio.

En el caso del norte chileno, puesto que se trata de una zona desértica, donde no hay usos alternativos del suelo, los impactos directos sobre la flora y fauna de las faenas mineras no son demasiado relevantes. En el sur y centro la actividad minera del cobre provoca problemas al conjunto del ambiente.

También es importante considerar el alto consumo de agua que demandan estos procesos, que en muchos casos compite con otros usos alternativos. Su evaluación escapa a los objetivos de este trabajo.

Otros impactos ambientales, que podrían llamarse indirectos, provienen de las grandes masas energéticas que demandan los procesos productivos y del impacto de los asentamientos humanos. En algunos casos, especialmente históricos, esto significó un alto consumo de biomasa para leña. Es así como en el norte de Chile el recurso forestal fue absolutamente depredado por el consumo de las minerías del salitre y del cobre para sus fundiciones y para satisfacer las demandas de los grandes grupos poblacionales, que emigraron a estas zonas. Por otra parte, los campamentos mineros suelen ser instalaciones que siguen la tradición de todos los pueblos y ciudades del país, vertiendo sus desechos al medio hídrico sin tratamiento. La diferencia con la contaminación de los procesos de la mina

es que en este caso se trata de contaminación orgánica (alta demanda bioquímica de oxígeno).

El problema de los efectos de la contaminación sobre los trabajadores de las empresas mineras no ha sido abordado por considerarse que es un tema que compete al campo de la medicina ocupacional y donde existe abundante información. Sin embargo, es conveniente tener presente que se trata de un tema ambiental y socialmente importante.

CONTAMINACIÓN HÍDRICA

En cuanto a la contaminación hídrica, se requiere hacer una evaluación del impacto de los tranques de relave, grandes y chicos, que están dispuestos a lo largo del país. La información del número de tranques y del volumen de aguas que reciben, que está en la Dirección General del Servicio Nacional de Geología y Minería, hasta el momento es información confidencial, a la cual la población no ha tenido acceso.

A modo de ejemplo de la magnitud del problema de la contaminación hídrica, y lejos de pretender ser exhaustivos, se puede señalar algunos casos notables de efluentes de procesos mineros que van a dar (principalmente) al mar, generalmente, sin tratamiento previo³. En el próximo capítulo se analizarán los casos de la contaminación hídrica de las minas y procesos asociados a las fundiciones que son objeto de este estudio.

En la I Región están los casos de Arica y Pisagua, donde hay flotación de concentrados de plata, y oro amalgamado y concentrados de oro, respectivamente.

En el primer caso se presumen filtraciones del tranque de relave con los consiguientes efectos de la contaminación tóxica derivada del arsénico, antimonio y metales pesados; en el segundo caso, arcillas y reactivos del proceso, probablemente mercurio.

3 Los ejemplos más importantes han sido tomados de: Denise Boré, Francisco Pizarro, Nora Cabrera, "Diagnóstico de la contaminación marina en Chile", IFOP-Corfo, Santiago, febrero 1986.

En la II Región, en Tocopilla, hay problemas con los procesos de lixiviación y flotación de cobre. En Antofagasta: lixiviación de concentrados de cobre y flotación y amalgamación de concentrados de oro y oro amalgamado. Próximamente habrá problemas con el impacto ambiental de los 12 lts/seg estimados de desecho del concentrado que verterá La Escondida en la bahía Coloso. Su impacto real aún no se conoce.

En la III Región, en Huasco, hay concentración magnética (pellets de hierro) que contamina la bahía de Chapaco con hierro y cal. El caso de la mina El Salvador y su contaminación en Chañaral será analizado más adelante.

En la IV Región se conoce la contaminación por la carga de hierro y flotación de oro y plata en Coquimbo y La Serena, respectivamente.

En la V Región, en Ventanas, está la refinera electrolítica de cobre de Enami, que también se analizará más adelante, junto a la contaminación atmosférica de la fundición. En Saladillo está la descarga del tranque de relave de concentrados de cobre y molibdeno al río Blanco, de 12,99 x 106 l/día.

En la Región Metropolitana, en Las Condes, está la flotación de La Disputada, con un volumen de 26,28 x 106 l/día, que accidentalmente ha vertido efluentes al río Mapocho. También se sabe de impactos de la minera Pudahuel y La Africana, pero su magnitud es desconocida.

En la VIII Región, aparte de la contaminación en el río Bío-Bío, bahía de Concepción y de San Vicente, de las industrias de asbesto cemento, cerámicas y vidrios y cristales —todas directamente vinculadas a la minería—, está la contaminación a la última bahía citada, de la producción de hierro en lingotes y acero laminado, con un efluente de 195 x 10⁶ l/día con contenidos de laminilla de fierro, amoníaco, fenoles y sales ferrosas, cianuro, aceites y lubricantes. En Lota, Coronel y Lebu están las minas que extraen el carbón, contaminando las dos primeras la bahía de Arauco y la última la bahía Carnero. Los contaminantes son descargas de ácidos diversos,

sulfúrico y sales de hierro y elementos de las plantas acondicionadoras. Contienen lodo, polvo de carbón, arenas, etc.

Otras minas, como el zinc en Coyhaique, por su irregularidad en la producción no viene al caso analizarlas ni se dispone de información.

ANÁLISIS DE CASOS, ESPECIALMENTE DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Chuquicamata

Geográficamente la zona se caracteriza por estar en el desierto, el mineral a tajo abierto y la fundición confinada entre los cerros naturales y el material removido. Cerca, a un nivel inferior, pasa el único río que llega hasta el mar en el norte, además de ser el más largo del país: el Loa. Todo el Norte Grande de Chile (I y II Región) tiene un suelo con alto contenido de arsénico, lo que genera problemas, tanto para la extracción y procesamiento de los minerales (contaminación atmosférica) como en el consumo de agua potable y de regadío de la población, pues ésta posee índices más altos de contenido de arsénico que lo aceptable en las normas sanitarias.

Aparentemente, no habría problemas directos con el mineral y su impacto en el suelo, por las razones geográficas ya señaladas.

De la contaminación hídrica se sabe que la mina envía parte de sus efluentes al río Loa y ellos mismos realizan el control de calidad de las aguas por encargo de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas. No se sabe de estudios o controles en las napas subterráneas. No se conocen estudios de impacto ambiental encomendados por la autoridad o realizados directamente por la empresa. Tampoco se sabe de estudios de seguimiento de la calidad del agua. El problema mayor que se conoce es de la calidad del agua potable, en especial, de la contaminación por arsénico, que son los mismos problemas de toda la zona norte. En 1988 se estaba cons-

truyendo una planta de tratamiento en Chuquicamata.

El problema más conocido es el de la contaminación que se deriva de la emisión de gases de la fundición, por su alto contenido de azufre y de arsénico. Como ya se indicó, existen disposiciones legales que fijan las normas que deben ser cumplidas. Según antecedentes de la empresa éstas fueron superadas 8 veces durante 1987, de manera puntual y por pocas horas, según lo detectado por la red de monitores ubicada en el propio campamento de Chuquicamata.

La red no cubre otras zonas hasta donde se presume llegan las emisiones, o al menos donde se sostiene que generaría lluvia ácida⁴. Es por esto que está programado instalar dos nuevas estaciones en poblados (Chiu-Chiu y Lasaña) a unos 100 km de distancia, en un plazo cercano.

La información que se deriva de los cálculos del cuadro que se entrega a continuación permite tener una idea precisa de la cantidad de contaminantes que se emiten a la atmósfera. Como puede apreciarse, los volúmenes son preocupantes y las nuevas inversiones, en la práctica, permitirán que con mayores niveles de producción en 1992 se emita casi la misma cantidad (92%) de azufre a la atmósfera que en 1988. Para el arsénico, la reducción sería mayor, del orden de un 45%. Las inversiones se realizaron en el horno Flash y la planta de ácido sulfúrico y representan montos de alrededor de 80 millones de dólares en cada caso.

Chuquicamata	1988 ⁵	1992
Cu en mineral sulfurado	1.551	2.027
Ley S concentrado	32,00%	33,00%
Ley Cu concentrado	37,50%	35,10%
Ley As concentrado	0,80%	0,50%

4 En este caso, la lluvia ácida resultaría de la reacción química producida por el SO₂ con el H₂O de las nubes para formar H₂SO₄ (ácido sulfúrico).

5 Toneladas/día y porcentajes.

Capacidad de producción H ₂ SO ₄ ⁶	2.400	4.100
Recuperación concentradora	88,50%	88,50%
Recuperación fundición	97,00%	97,00%
Cu en concentrado	1.372	1.794
Concentrado a fundición ⁷	3.660	5.112
Concentrado para H ₂ SO ₄ ⁸	2.419	4.008
Toneladas de concentrado a emisión ⁹	1.240	1.104
Emisión de As ¹⁰	2,0	1,1
Emisión de S ¹¹	397	364

- 6 Capacidad nominal. Los rendimientos de los sistemas de captación de polvo en gases y de las plantas de ácido sulfúrico, se pueden asumir para objeto de este estudio de 100%, ya que trabajan con flujos de gases prácticamente constantes y con altas leyes de SO₂.
- 7 Calculado a partir del valor programado de procesamiento del cobre contenido en el mineral sulfurado.
- 8 Calculado como (toneladas de ácido sulfúrico /3,1): ley de azufre concentrado. El valor de 3,1 fue estimado a partir de la cantidad de ácido producido con una unidad de azufre que se determina de acuerdo al contenido de azufre en el ácido (98 peso molecular del H₂SO₄ y 32 del azufre).
- 9 Diferencia entre el concentrado total a fundir menos el que se destina para el ácido sulfúrico.
- 10 Se estima que se libera a la atmósfera sólo el 20% del As total en el concentrado a emisión, de acuerdo a información estadística obtenida en Codelco y a la experiencia práctica de uno de los consultores.
- 11 Concentrado a emisión multiplicado por la ley de azufre.

El Salvador

El mineral de El Salvador se encuentra ubicado en una zona geográfica similar a la anterior. El relave era enviado a través del río Salado al puerto de Chañaral. Recientemente (abril 1990) esta situación se modificó, creándose un tranque de relave que recircula el agua.

Por las condiciones geográficas señaladas, no hay impacto directo sobre el suelo.

La contaminación hídrica fue, durante casi 50 años, la de mayor impacto en el país. Toda la zona costera de Chañaral recogió los relaves de un volumen estimado

de 32-35 mil toneladas diarias con 34% de sólidos en forma de arenas. En la actualidad, después de haber extinguido las especies y embancado las playas directamente en Chañaral (1960-1974), en conjunto con otra planta concentradora de cobre (desde 1938), que hoy está cerrada, la descarga se desplazó pocos kilómetros al norte hacia Caleta Palitos. Desde la planta de Las Cascadas hasta Caleta Palitos existen aproximadamente 260 plantas particulares de extracción de concentrados de cobre, que aprovechaban el relave de la planta concentradora. Los problemas de embancamiento de arenas y la intoxicación en los mariscos, peces, que bioacumulan los contaminantes —que comprenden una zona de 16 km— han generado graves problemas en la salud de la población del lugar, aparte de la propia destrucción de la flora y fauna marina.

Por esta razón, Codelco fue objeto de un juicio originado en un recurso de amparo presentado por algunos habitantes del lugar. Codelco al principio no reaccionó positivamente porque sostenía que se requerían 12 millones de dólares de inversión y el proceso no lo financiaría con las reservas actualmente conocidas. Sin embargo, el cálculo merecería ser analizado, entre otras cosas porque sólo con la variación del precio del cobre y sus derivados, el retorno de una mayor recuperación hoy no puede ser el mismo de hace un par de años, fecha en que se dio a conocer esta cifra.

Las emisiones de gases se indican en el cuadro siguiente. Estas van directamente a la atmósfera con una cantidad relativamente pequeña de arsénico e importante de azufre. Los efectos más importantes de tipo inmediato deberían apreciarse directamente en la población del campamento que, según sostienen las autoridades, depende en un 98% de la empresa. Habría que investigar las fichas médicas de la población, y posibles efectos de la lluvia ácida en zonas limítrofes. En todo caso, no hay red de monitoreo y se podrían esperar problemas similares a los mencionados en el caso de Chuquicamata, salvo en el

menor contenido de arsénico en sus emisiones.

Como no se sabe de aumentos de procesamientos de concentrados ni creación de plantas de ácido, ni variaciones en las leyes, se estima que la situación en 1992 será similar a la actual.

El Salvador ¹²	1988 ¹³	1992
Ley S concentrado	35,00%	35,00%
Ley Cu concentrado	31,80%	30,00%
Ley As concentrado	0,10%	0,10%
Capacidad de producción		
H ₂ SO ₄	0	0
Recuperación fundición	96,00%	96,00%
Concentrado ¹⁴	1.288	1.288
Concentrado para		
H ₂ SO ₄	0	0
Toneladas de concentrado a emisión	1.288	1.288
Emisión de As	0,3	0,3
Emisión de S	451	451

12 Fundición de Potrerillos. Mismo procedimiento de cálculo que para el caso de Chuquicamata. En este caso el mineral tratado proviene de la mina del lugar y de otros centros mineros, lo que hace que los resultados de los cálculos sean valores muy aproximados.

13 Toneladas/día y porcentajes.

14 Datos de fundición según el programa de Codelco: 470 mil toneladas anuales, sin ampliaciones programadas en el período.

Paipote

Como no fue posible visitar esta fundición, no se tiene una visión detallada de lo que ocurre. Se debe tener presente que todo el cobre de la pequeña y mediana minería es tratado en esta fundición y en Ventanas. Según Enami, propietario de ambas fundiciones, los niveles de contaminación estarían dentro de lo aceptado por las normas. No se conoció de la existencia de una red de monitoreo, de estudios de impacto ambiental, ni de estudios epidemiológicos sobre los efectos de la contaminación en la población circundante. La información que

se entrega en el cuadro siguiente es sólo puntual de 1988.

Paipote^{15, 16}	1988¹⁷
Ley S concentrado	34,00%
Ley Cu concentrado	29,00%
Ley As concentrado	0,40%
Capacidad de producción H ₂ SO ₄	120
Concentrado ¹⁸	603
Concentrado para H ₂ SO ₄	114
Toneladas de concentrado a emisión	489
Emisión de As	0,4
Emisión de S	166

15 Mismo procedimiento de cálculo que para el caso de Chuquicamata.

16 Los valores son muy estimados, pues no fue posible obtener información directamente de Enami.

17 Toneladas/día y porcentajes.

18 Según los antecedentes de Enami, el concentrado a fundir en 1988 era de 220 mil toneladas para el año.

Chagres

Desde 1977 la fundición de Chagres es propiedad de la minera La Disputada de Exxon¹⁹. Existen normas especiales que regulan las cantidades contaminantes que pueden emitir a la atmósfera. Existe una red de monitoreo a cargo, como en los otros casos, de la propia empresa.

Otros problemas de La Disputada deberían ser objeto de análisis específicos. El más importante es el relave al lado de la mina, que es un punto de permanente preocupación, pues se encuentra aguas arriba de uno de los afluentes del Mapocho. Por su sistema de operación, las aguas son recicladas, pero en el año 1987, con el exceso de lluvias y nieve y otros problemas, fue necesario evacuar algo de agua contaminada en el río. El punto, al igual que todo el problema del uso de aguas por la mine-

19 La política ambiental de la empresa está descrita en Jaime Undurraga, "Compañía Minera La Disputada de las Condes. Políticas y acciones ambientales", CIPMA. El rol de las empresas en la conservación ambiental: sector minero, número especial de Ambiente y Desarrollo, diciembre 1987.

ría, debería ser objeto de un análisis específico.

Las emisiones de azufre se indican en el cuadro siguiente y serían bastante razonables. No fue posible, dentro de los alcances de este trabajo, constatar en terreno la capacidad de dispersión, ni conocer todas las acciones que se han emprendido.

Chagres^{20, 21}	1988²²
Ley S concentrado	22,00%
Ley Cu concentrado	34,00%
Ley As concentrado	0,00%
Capacidad de producción H ₂ SO ₄	170
Concentrado	350
Concentrado para H ₂ SO ₄	249
Toneladas de concentrado a emisión	101
Emisión de As	0
Emisión de S	22

20 Mismo procedimiento de cálculo que para el caso de Chuquicamata.

21 La información fue obtenida directamente de la empresa.

22 Toneladas/día y porcentajes.

Ventanas

La fundición de Ventanas, de propiedad de Enami, ha generado un grave problema en la agricultura del valle de Puchuncaví. En este lugar también existe un recurso de protección contra Enami por parte de los agricultores. No se conocen estudios de impacto ni epidemiológicos. Es sabido que la actividad agropecuaria se ha visto seriamente disminuida, siendo el ganado y la producción de varios vegetales, entre ellos las lentejas, las más afectadas por el SO₂ y metales pesados. En 1983 se supo de una fuerte lluvia ácida en la zona, que incluso produjo corrosión en los metales (alambres y estructuras metálicas).

Los problemas de contaminación hídrica derivan de la planta electrolítica señalada anteriormente, con una capacidad de procesamiento de 170 mil t/año de Cu, 6 mil de Au y 140 mil de Ag. El volumen de descarga es de 4,53 x 10⁶ l/día de aguas

desmineralizadas mezcladas con ácido sulfúrico y soda cáustica; $4,33 \times 10^6$ l/día de aguas de refrigeración; y 300 l/día de aguas de lavado de estanques de metales nobles (selenio elemental, ácido sulfúrico y óxido de hierro).

Para 1992 estará en funcionamiento la planta de ácido que disminuirá la emisión de azufre a la atmósfera a un 31% de lo que es en la actualidad. Los niveles de arsénico bajarían a un 43% de lo actual. Sin los estudios mencionados no es posible emitir una opinión acerca de la importancia de la medida. En el cuadro próximo se entregan los resultados de los cálculos con la información difícilmente obtenida.

Ventanas ^{23, 24}	1988 ²⁵	1992
Ley S concentrado	34,00%	34,00%
Ley Cu concentrado	30,00%	30,00%
Ley As concentrado	0,40%	0,40%
Capacidad de producción		
H ₂ SO ₄	0	835
Concentrado ²⁶	900	1.150
Concentrado para		
H ₂ SO ₄	0	792
Toneladas de concentrado a emisión	900	358
Emisión de As	0,7	0,3
Emisión de S	396	122

23 Mismo procedimiento de cálculo que para el caso de Chuquicamata.

24 La planta de ácido comienza a operar en 1990.

25 Toneladas/días y porcentajes.

26 Según los datos obtenidos en el proyecto de la planta de ácidos, los valores serían 333 mil y 420 mil/año de concentrados para 1988 y 1992, respectivamente.

El Teniente

Por su ubicación geográfica, en la zona central, eminentemente agrícola, en El Teniente se dan todos los problemas potenciales que es dable esperar de impacto ambiental por parte de la actividad minera.

El relave, principal fuente de impacto en el suelo, ha sido rediseñado y actualmente se envía a Carén, que está a 84 km del

mineral. El costo de la inversión fue de 130 millones de dólares. Las condiciones naturales del lugar permitirían que esta sea una solución definitiva para los próximos 100 años. Por el momento todo estaría apto para operar durante los próximos 25 años. Según la información entregada, se realizaron estudios de impacto que aconsejaron esta solución. Al igual que en los otros casos mencionados, la información es, y es de esperar que no lo siga siendo, estrictamente reservada con carácter de información estratégica.

El impacto hídrico es de dos tipos. Por una parte, se supone que las emanaciones estarían afectando las nieves cercanas y por esta vía las aguas de deshielo. Estudios realizados, que se han hecho por cuenta de la empresa, no fueron proporcionados. No se conocen reclamos por parte de los organismos responsables de esta situación. Se tuvo conocimiento de importantes esfuerzos de reforestación y de granjas experimentales regadas con aguas del relave, que la propia empresa estaría realizando.

Por otra parte, el relave que se envía a Carén es de 50% densidad de sólidos y de un gasto de 1,5 m³/seg, entre relave y agua. Esto significa 1 m³ de agua que representa el 50% del agua utilizada en toda la producción. Existe una norma, 1333 modificada, que regula la calidad del agua que puede salir del tranque de relave. En ella se exige control de Cu, Mn, Mb y sulfuros. Los controles periódicos los realiza la propia empresa y se los entrega al SAG y DGA. El Centro de Investigaciones Minero Metalúrgicas (CIMM), también haría análisis por cuenta de la empresa. El impacto ambiental en la flora y fauna, de haber, se debería apreciar en el río Alhué y en el embalse Rapel. Como la información no está disponible por parte de la empresa, no es posible confirmar ni rechazar rumores en el sentido de que habría problemas con la biomasa de Rapel como consecuencia del efluente del relave.

La contaminación atmosférica del Teniente tiene características similares a todas las indicadas. La construcción de la nueva planta de ácido debiera permitir que

a pesar de los incrementos de la producción programados se rebaje la emisión de azufre a un 59% de lo actual, y el arsénico al 50%. Los estudios de impacto fueron realizados por Intec durante un período de tres años, a partir de 1982. Abarcó obtención de datos de las poblaciones del mineral, de Rancagua y hasta Pirque, localidad del extremo sur de Santiago, y de altura. Los niveles de contaminación, según informa la empresa, fueron despreciables en todas las zonas ajenas a la propiedad de la mina. No se tuvo acceso a ellos, por lo tanto no se puede evaluar la situación, ni menos realizar una prognosis de lo que ocurrirá. No existe red de monitoreo. No se conoce de estudios epidemiológicos sobre otra población distinta a los trabajadores directos. Los trabajadores de los contratistas, que constituyen una porción importante de éstos, no estarían afectos a los exámenes de salud por cuenta de la empresa. Pero sí a exigencias en materia de prevención de accidentes.

La situación actual de contaminación se entrega en el cuadro siguiente, así como una proyección a 1992 de acuerdo a los datos proporcionados por la empresa.

El Teniente²⁷	1988²⁸	1992
Cu en mineral		
sulfurado	967	1058
Ley S concentrado	32,00%	32,00%
Ley Cu concentrado	35,00%	35,00%
Ley As concentrado	0,10%	0,10%
Capacidad de producción		
H ₂ SO ₄	100	1500
Recuperación fundición	96,00%	96,00%
Cu en concentrado	1.007	1.120
Concentrado ²⁹	2.878	3.147
Concentrado para		
H ₂ SO ₄	101	1.512
Toneladas de concentrado		
a emisión	2.778	1.635
Emisión de As	0,6	0,3
Emisión de S	889	523

27 Mismo procedimiento de cálculo que para el caso de Chuquicamata.

28 Toneladas/día y porcentajes.

29 Según antecedentes de Codelco, de 353 mil toneladas anuales de cobre sulfurado.

En todo caso, es menester acotar que la empresa estaría realizando todo lo que le exige la ley. Las preocupaciones en materia del impacto ambiental tienen que ver con las debilidades, insistentemente señaladas, de ausencia de estudios de impacto ambiental y de tipo epidemiológico debidamente divulgados, que permitan entregar una evaluación más precisa. Estas carencias son producto de las insuficiencias legislativas e institucionales indicadas.

ASPECTOS JURÍDICOS E INSTITUCIONALES DE LA POLÍTICA AMBIENTAL

Uno de los mayores problemas para evaluar el impacto ambiental chileno de la actividad minera es la carencia de una política nacional que se exprese en un cuerpo único de tipo legal y con la autoridad competente claramente definida. Pues, en estricto rigor, hay o no hay contaminación siempre que se sobrepasen o no determinados niveles de emisión de contaminantes fijados en las normas y estándares locales o nacionales. En consecuencia, de no sobrepasarse esa norma, no habría contaminación.

Como las normas no sólo dependen de las emisiones o características del residuo, sino también de la capacidad del medio para su dilución, se requiere realizar estudios ambientales que determinen las características ecológicas del entorno en los proyectos productivos. Esa información debe constituir parte del acervo nacional del conocimiento científico; por lo tanto, los estudios deben ser de carácter público y constituir verdaderos aportes al desarrollo de la ciencia nacional. Objetivo que sólo se puede alcanzar a través de una política y su legislación claramente definida.

Hasta el momento el carácter reservado de la información de los pocos estudios que existen constituyen, al parecer, elementos tácticos de una guerra no declarada contra los agentes contaminantes, actitud bélica que poco o nada ayuda al conocimiento de la verdadera naturaleza del problema, ni menos para liquidar la contaminación.

A pesar de la poca participación global de la población en la discusión del problema ambiental, por falta de mecanismos concretos para poder hacerlo, el Colegio y el Instituto de Ingenieros, así como otras instancias gremiales y académicas, hicieron llegar al gobierno anterior sus comentarios acerca de su proyecto de ley sobre medio ambiente. En lo particular del sector minero, es petición formal del Instituto de Ingenieros de Minas que la nueva legislación contenga exigencias tales que obliguen a los que construyan los tranques a que realicen estudios de impacto ambiental, que se establezcan plazos y se otorguen garantías.

Entre las disposiciones vigentes que regulan la contaminación atmosférica³⁰, pueden citarse las siguientes:

— en primer lugar, el Artículo 19, N° 8, de la Constitución, que dice que las personas tienen "el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación" y agrega que "es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza" y añade que "podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente";

- el Artículo N° 2 del Decreto Supremo N° 144, de 1961, del Ministerio de Salud Pública, publicado el 18 de mayo, establece que toda actividad que sea operada con combustibles sólidos o líquidos requiere autorización del MSP; lo mismo señalan las disposiciones de seguridad industrial de 1956, que reproducían otras de 1941, modificadas en 1983 (publicado el 21 de octubre en el Diario Oficial).

— En 1978 se establecieron normas sanitarias mínimas destinadas a prevenir y controlar la contaminación atmosférica.

— Finalmente, aparte de otras disposiciones y normas especiales vigentes, en 1981 se sumaron las establecidas en la ley de Protección Agrícola que faculta al

Presidente de la República, en casos calificados, para ordenar la paralización total o parcial de las actividades y empresas artesanales, industriales, fabriles y mineras que lancen al aire humos, polvos o gases, "cuando se comprobare que con ello se perjudica la salud de los habitantes, se alteran las condiciones agrícolas de los suelos o se causa daño a la salud, vida, integridad o desarrollo de los vegetales o animales".

La situación generalizada es que los controles existentes de emanaciones gaseosas, o control de los emisores en el agua, cuando se realizan, los hacen los mismos que producen los contaminantes.

En materia de suelos, las disposiciones son menos estrictas e importantes. Para los recursos renovables, la ley de Reforma Agraria de 1967, que establecía la posibilidad de expropiar predios erosionados o con problemas de mal manejo de suelos, fue derogada en 1978. Quedó vigente la ley de 1962 que establece la posibilidad de creación de parques nacionales. Los recursos no renovables están regulados por la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras y por el Código de Minería (leyes 18.097 del 21 de enero 1982 y 18.243 del 14 de octubre de 1983, respectivamente). Ambas no establecen protección ambiental.

La fauna silvestre está protegida sólo por la ley de caza de 1929 y por su reglamento, al que se le han introducido numerosas modificaciones hasta 1972. También existen convenciones y acuerdos internacionales firmados por el gobierno que impiden la comercialización de algunas especies y protegen otras.

En materia hídrica continental existen las disposiciones del Código Sanitario (1944) que en términos similares a una ley de 1916 "prohíbe la descarga de residuos industriales o mineros en los cursos o masas de aguas que provean de agua potable a alguna población o que sirvan para riego o para balneario", "sin que antes se proceda a su depuración en la forma que se señale en los reglamentos". En este caso, también existe una disposición que faculta al Presidente de la República para ordenar la paralización de toda clase de actividades,

30 Para una información más detallada de las disposiciones vigentes hasta mediados de la década ver: Rafael Valenzuela, "Derecho", Capítulo 11, en Fernando Soler R. (Editor), Medio Ambiente en Chile, Universidad Católica, CIPMA, Santiago 1985, pp. 335-369.

incluida la minera, que provoquen problemas similares a los señalados para la contaminación atmosférica (Ley de protección agrícola N° 3.557 de 1980 publicada el 9 de febrero de 1981, Art. 11, inciso tercero).

Para la contaminación en el mar, también existen diversas convenciones a las que Chile ha adherido, amén de las disposiciones de la ley de navegación de 1978 y el Ordinario de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, 12.600/550 de 1987. Todo este conjunto legal establece disposiciones muy rígidas que prohíben toda forma de contaminación de la actividad productiva, incluyendo la minera.

Sin embargo, estas disposiciones poseen claros vacíos. Entre los muchos comentarios críticos que se han realizado podrían señalarse los siguientes:

No hay obligación de *seguimiento* de la situación ambiental. Tampoco están claramente definidos los mecanismos de acción ni los recursos para el *control*. En todas las zonas aledañas a las fundiciones, si bien el Ministerio de Agricultura a través del SAG y su División de Protección de los Recursos Naturales Renovables es responsable de vigilar el cumplimiento de las normas establecidas, no dispone de recursos para hacerlo. Lo mismo ocurre con el Ministerio de Salud Pública (MSP) y los estudios epidemiológicos del impacto de la contaminación, o del seguimiento de la calidad del aire, que no se están realizando. O bien, con la DGA del Ministerio de Obras Públicas (MOP) que no es capaz de controlar sistemáticamente la calidad de las aguas de los afluentes.

En consecuencia, en el campo institucional de lo único que se dispone es de una *reglamentación y normas*, en algunos casos muy estrictas, pero que no se controla su cumplimiento, amén de que estas normas en vez de ser el resultado de una investigación propia, son la copia de valores extranjeros (EPA, normalmente). En Chagres, la norma específica para el lugar es una copia de la EPA y el control lo realiza la misma empresa. En todas las otras, salvo, en

Chuquicamata y Chagres, no hay red de monitoreo.

En el caso del agua, cuando los relaves envían material a este medio, su calidad está regulada por la norma chilena oficial N° 1333. Of 78, modificada en 1987 para darle al MOP más flexibilidad a los valores allí establecidos. Los estándares son extraordinariamente rígidos y ameritan los mismos comentarios que para la calidad del aire.

En los casos de Chuquicamata, con su efluente al río Loa, o El Teniente, con su efluente al río Alhué y finalmente al lago Rapel, por citar sólo dos ejemplos, los controles los realizan las propias empresas comprometidas y no hay información pública. En todos los casos detectados no hay estudios de impacto sistemáticos, ni menos de seguimiento del estado del ambiente. En el caso de la contaminación en Chañaral por los relaves de El Salvador y los casos señalados, las disposiciones legales continúan siendo letra muerta.

En relación con las atribuciones que posee el Presidente de la República, no existen mecanismos legales para que la población pueda compelerlo a que haga uso de sus facultades.

En el caso específico de Chuquicamata, el Decreto Número 196 del 30 de agosto de 1986 del Ministerio de Salud, establece regulaciones muy estrictas de la calidad del aire y su control. Pero nuevamente es de responsabilidad de la empresa la formulación, creación y manejo de la Red de Vigilancia, el modelo de dispersión y el sistema predictivo. El punto no merece comentarios críticos cuando estas medidas se refieren a las exigencias de mejoramiento de los procesos para paliar el alto nivel de contaminación. En todos los casos, el MSP se reserva el derecho a actuar, pero después de que las medidas hayan sido adoptadas.

En este contexto es posible afirmar que la acción de las empresas se da en el marco de las exigencias legales; es más, se puede afirmar que en la mayoría de los casos van más allá del terreno que les compete. También es importante agregar que, por distintas razones, de falta de conocimientos, o

de seguimiento de la tendencia de lenta reacción mundial, el punto está siendo abordado con mayor impulso, recién, desde los últimos años de la década actual, pero todavía con fuerza insuficiente.

Dicho en términos más concretos, el *baseline*, con el cual las empresas deben operar, está constituido por un referente normativo e institucional que habría que revisar.

Ya sea por razones de política interna u otras, *algunas* (las menos) empresas extranjeras que comienzan sus actividades están realizando *estudios de impacto ambiental*, lo que estaría dando una base de partida para la formulación de una reglamentación más acabada, y de sugerencia de criterios institucionales más eficientes. Además que, si se reglamenta debidamente, aportarían antecedentes valiosos para el conocimiento científico de los problemas ecológicos del país.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los antecedentes entregados confirman que el problema de la contaminación minera es preocupante y amerita acciones específicas. Entre ellas, sin pretender ser exhaustivos, se pueden señalar las siguientes:

— Balance de cuál es la situación en el resto de la minería. Ampliar el primer análisis del sector cuprífero a la contaminación en el agua y suelo, e incorporar la pequeña y mediana minería. Importante sería acceder a la información del catastro de tranques ya indicada.

— Estudios de impacto ambiental de la contaminación atmosférica, hídrica y en los suelos, en la flora y fauna, para lo cual se requeriría, a lo menos, de los siguientes elementos:

— Ampliación o creación de redes de monitoreo atmosférico;

— Creación, en los casos en que no existe, de los modelos de dispersión de contaminantes para evaluar otros efectos en zonas no aledañas.

— Seguimiento de los problemas epidemiológicos de la población.

— Formulación de la ley de protección ambiental, que contenga obligaciones de estudios de impacto ambiental de toda nueva inversión y de los procesos actualmente en funcionamiento.

— Creación de una autoridad única en materia de control ambiental.

La experiencia mundial debiera ser evaluada y analizada en función de la realidad nacional. Es posible que en un país como Chile, una superintendencia de control ambiental sea el organismo adecuado. Esto por cuanto la experiencia regional ha demostrado que los ministerios, subsecretarías o comisiones, consiguen jugar un papel muy importante en la definición de políticas, pero son ineficientes en el control. Los organismos contralores, especialmente en este caso, deben ser independientes de la coyuntura política y económica. En el caso nacional, la acción de las superintendencias de seguros, previsionales, sociedades anónimas y de bancos, a los menos, han demostrado una gran capacidad de control en la gestión de las empresas sobre las áreas de su competencia.

— Estudio de posibles efectos de la contaminación atmosférica señalada de la lluvia ácida de la región.

— Capacitación de personal de las empresas y organismos vinculados a la minería, en evaluación y gestión de problemas ambientales.

— Promoción del estudio del medio ambiente para determinar sus características ecológicas, en especial para mejorar los estudios que determinan la línea base, punto de partida de los estudios de impacto ambiental.

— Exigencia de una transparencia absoluta de la información pública y privada sobre aspectos generales o particulares del medio ambiente nacional.

— Creación de un sistema de participación en que la población pueda expresarse libremente. Para que sus inquietudes y temores puedan ser atendidos, y donde se pueda recoger su opinión, en muchos casos altamente valiosa por el conocimiento directo que ésta tiene de su propio entorno.