

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/R.2001  
12 de julio de 2000

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

**CEPAL**

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

**EL IMPACTO DE LAS REFORMAS ECONÓMICAS Y AMBIENTALES  
SOBRE EL DESEMPEÑO DE LA MINERÍA DEL COBRE  
EN CHILE: 1970-1998**

Este documento fue elaborado por el señor Hernán Durán de la Fuente, consultor de la CEPAL. Las opiniones expresadas en este trabajo, el cual no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

00-7-596



## INDICE

	<u>Página</u>
<b>Resumen .....</b>	<b>v</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SECTOR MINERO EN CHILE .....</b>	<b>3</b>
1. Antecedentes históricos .....	3
2. Antecedentes técnicos del proceso de producción .....	5
3. Antecedentes de la producción y productividad .....	8
4. Antecedentes económicos .....	9
<b>II. IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD MINERA Y LAS ACCIONES CORRECTIVAS .....</b>	<b>14</b>
1. Aspectos jurídicos e institucionales .....	14
2. El impacto ambiental .....	15
3. Las medidas correctivas .....	18
4. Los instrumentos de gestión ambiental.....	22
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>26</b>
 <b>INDICE DE CUADROS</b>	
Cuadro 1: Inversión extranjera materializada a través del DL 600.....	10
Cuadro 2: Producción de cobre.....	11
Cuadro 3: Evolución del precio de cobre ebn el mercado internacional.....	11
Cuadro 4: Índices de inversión, producción y precio.....	11
Cuadro 5: Lista de decretos supremos que declaran zonas latentes y saturadas a determinados territorios del país.....	19
Cuadro 6: Planes de prevención y descontaminación.....	19
Cuadro 7: Factores claves en la gestión empresas mineras.....	25
 <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
Figura 1: Flujos de producción de cobre para sulfuros y óxidos.....	6
 <b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>	
Gráfico 1: Evolución índices.....	12

**ÍNDICE DE SIGLAS**

<b>BID</b>	:	Banco Interamericano del Desarrollo.
<b>BM</b>	:	Banco Mundial.
<b>CEPAL</b>	:	Comisión Económica para América Latina y El Caribe.
<b>CODELCO</b>	:	Corporación Nacional del Cobre de Chile.
<b>CONAMA</b>	:	Comisión Nacional del Medio Ambiente.
<b>COREMA</b>	:	Comisión Regional de Medio Ambiente.
<b>DIA</b>	:	Declaración de Impacto Ambiental.
<b>EIA</b>	:	Evaluación de Impacto Ambiental.
<b>ENAMI</b>	:	Empresa Nacional de Minería.
<b>IED</b>	:	Inversión extranjera directa
<b>GTZ</b>	:	Agencia de Cooperación Técnica de Alemania.
<b>OECD</b>	:	Organización de los Estados para la Cooperación del Desarrollo.
<b>SEIA</b>	:	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
<b>SERNAGEOMIN</b>	:	Servicio Nacional de Geología y Minería.
<b>SOFOFA</b>	:	Sociedad de Fomento Fabril.
<b>SONAMI</b>	:	Sociedad Nacional de Minería.

## **Resumen**

En este trabajo se analiza la incidencia de las reformas económicas y ambientales en la producción minera durante el período 1970 hasta fines de esta década.

En el plano más general, puede concluirse que aun cuando las reformas económicas se aplicaron muy tempranamente en Chile –mediados de los años setenta– comparado con el resto de América Latina, no hubo un impacto inmediato significativo sobre la minería del cobre. Fue necesario que también se concentraran otras condiciones económicas y políticas para que se generaran las inversiones en el sector minero. Entre estas condiciones económicas y políticas es menester destacar el buen precio del cobre en el mercado internacional y la consolidación del proceso democrático de principios de los noventa. Por cierto, en un contexto de un país con leyes atractivas del mineral de cobre, una infraestructura adecuada y mano de obra calificada a todos los niveles y a bajos costos relativos.

A pesar del gran riesgo ambiental asociado al impacto potencial de la actividad minera, el tema ambiental recién comenzó a ser parte del contexto jurídico institucional del país después del advenimiento de la democracia y no hay evidencias de que constituyó un factor que incidiera en forma positiva o negativa para la materialización de las inversiones del sector.



## INTRODUCCIÓN

En este trabajo se analiza el desempeño ambiental de la minería del cobre, considerando por una parte, la evolución de la economía y las reformas económicas acontecidas entre 1970 y fines de los noventa, y, por otra, el nuevo marco regulatorio ambiental nacional y el impacto sobre la IED. También se analizan la relación entre la actividad productiva y el riesgo ambiental potencial asociado a la minería.

En primer lugar, durante la última década ha habido una expansión muy importante de las inversiones en la minería del cobre. A ello contribuyó, primeramente, el cambio en el marco jurídico e institucional de las reformas económicas, creado después de 1973, muy favorable al sector privado y a la inversión extranjera. Quizás lo más impresionante ocurrido en el sector minero del cobre durante los últimos diez años, ha sido la extraordinaria dinámica del proceso de inversiones en el sector. La producción prácticamente se ha triplicado en la década de los noventa, hecho inédito en el resto de la economía nacional, especialmente en los sectores reales. En esto confluyen algunos incrementos de la actividad del sector público, pero por sobre todo las inversiones de capital privado, casi exclusivamente extranjeras.

En segundo lugar, las reformas económicas y legales del nuevo marco regulador, tales como garantizar la propiedad de los yacimientos, la subvención vía impuestos, la apertura de la economía y las políticas conducentes a mantener los equilibrios macroeconómicos, fueron grandes alicientes para los inversionistas. Todos ellos en un contexto en que las minas tienen altas leyes de mineral y permiten producir a tajo abierto que es más económico que en las de pique profundo.

A ello hay que agregar que el desarrollo tecnológico en los últimos años mejoró la rentabilidad de las minas, a la vez que el precio del cobre en el mercado internacional había mantenido sostenidamente un atractivo nivel desde principios de la década hasta 1998. Por último, también es importante la existencia de una infraestructura mínima que permite el acceso al transporte y comunicaciones con relativa facilidad, así como la disponibilidad de una mano de obra calificada a todos los niveles y a costos relativos menores que los del mercado internacional.

Un tercer punto que sobre sale en el estudio es que el tema ambiental, como preocupación nacional, sufrió una significativa postergación respecto a lo que ocurrió en otros países latinoamericanos, por lo que los años setenta y ochenta podrían caracterizarse como dos décadas perdidas en materia ambiental.

En cuarto lugar, en materia tecnológica, los cambios producidos en el período mejoran la eficiencia de los procesos y por esa vía disminuyen los costos de operación y los impactos ambientales potenciales vinculados a la contaminación. Sin embargo, la

cantidad de material que es necesario remover para la actividad minera es de tal magnitud que en la medida que la producción aumenta y las leyes del mineral disminuyen, es mucho mayor la relación del material removido con cada tonelada de metal producido. Por otra parte, la IED no aumenta la capacidad de fundición del país, con lo que no se amplifica el impacto ambiental potencial atmosférico de la actividad que ya está afectando muchas zonas del país. La inversión se orienta a las nuevas minas, todos de tajo abierto en el Norte del país, y hacia algunas inversiones en infraestructura, principalmente portuarias para el embarque de concentrado.

Quinto, a partir de 1990 el marco regulatorio ambiental comenzó a modificarse favorablemente, lo que se refleja en la promulgación de la Ley Marco del Medio Ambiente y con la creación de la CONAMA como referente institucional. Además, el establecimiento de un sistema de evaluación del impacto ambiental para los proyectos de inversión permitió, por primera vez en el país, realizar un gran avance en materia de prevención de los impactos ambientales.

La sexta conclusión es que la debilidad del marco institucional ambiental del país o la ausencia de éste hasta 1990 no constituyó un atractivo especial que explique las elevadas tasas de inversión en el sector. Una vez que comenzaron a establecerse normas y leyes ambientales más estrictas, el flujo de capitales al sector incluso se reforzó.

En séptimo lugar, se constató que la presencia de filiales de empresas transnacionales, con técnicas más limpias que las nacionales y con buenas prácticas establecidas en su casa matriz en materia ambiental, constituyó un aliciente para moderar el impacto ambiental potencial negativo de la actividad. Sin embargo, dichas empresas no parecen haber aplicado normas más estrictas que las nacionales, de forma que un esfuerzo permanente para mejorar el marco legal nacional sigue siendo una importante responsabilidad pública. Más aun, se constata que dada la magnitud de la producción, el impacto ambiental potencial puede ser muy importante y muy negativo, de no modernizarse el sistema de gestión ambiental de las empresas y del país en su conjunto. A escala internacional, dichas empresas podrían también mejorar su desempeño ambiental, por ejemplo, logrando obtener la certificación para ISO 14000.

Finalmente, se constata que la necesidad de que confluyeran todos estos factores políticos, técnicos y económicos, probablemente explique por qué el esfuerzo del gobierno militar por recibir la inversión extranjera en la minería recién se materializara a su término, después de diecisiete años después de iniciado. En realidad, el flujo relevante de IED a este sector ocurre más bien cuando comienza un gobierno democrático que da realmente estabilidad política al país.

Este trabajo está dividido en dos capítulos. El primero hace una referencia exhaustiva a las características generales del sector, proporcionándose una serie de antecedentes económicos, jurídicos y tecnológicos. El capítulo dos está destinado al análisis del impacto ambiental de la producción y en las inversiones en el sector.



## **I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SECTOR MINERO EN CHILE**

En este capítulo se presentan los principales antecedentes que permiten caracterizar el funcionamiento de la minería del cobre en el país desde distintos puntos de vista.

En primer lugar, se sitúa el tema en una perspectiva histórica en que se hace un breve análisis de lo acontecido y se caracterizan las distintas etapas del período estudiado. En segundo lugar, se analizan los aspectos tecnológicos del sector con breves referencias a los cambios más importantes acontecidos en él. En tercer lugar, se proporcionan los antecedentes económicos generales y de la producción del sector, para terminar con un pequeño análisis del marco jurídico institucional del país.

### **1. Antecedentes históricos**

El período a estudiar puede ser dividido de distintas maneras pero en términos generales, para identificar los períodos más relevantes que explican la inversión en el sector, se pueden utilizar los grandes hitos que plantean cambios de políticas.

Desde el punto de vista jurídico institucional, hasta 1973 el centro de la política respecto al sector minero era la nacionalización de la producción del cobre, pasando por la chilenización, de fines de los sesenta. El segundo período comienza con el Decreto Ley N°600, de 1974, que regula la inversión extranjera, que en conjunto con las otras medidas que serán analizadas más adelante, constituyen el grueso de las reformas económicas hacia la apertura de la economía que se mantiene hasta la fecha. La crisis del 1982 constituye un nuevo punto de quiebre para el sector porque la caída del producto es de tal magnitud que se genera un marco de inestabilidad política y económica que hace poco atractiva la inversión externa; esta situación se ve acompañada de una baja importante del precio del cobre en el mercado internacional. Desde 1982 a 1990 se constata un período de concreción de muchas exploraciones y de las primeras grandes inversiones extranjeras (La Escondida). Así también, en el terreno institucional se promulga el Código de Minería (1983). Entre 1990 hasta hoy, con el advenimiento de la democracia y la constante mejoría de los precios hasta 1998, es considerado el período del boom de la producción. En este último período se explicita y se formaliza una política ambiental a través de la Ley 19.300, Marco del Medio Ambiente.

Lagos, mirando el tema histórico en una perspectiva más sectorial, señala que los elementos históricos principales que han contribuido al boom de la producción son los siguientes:

- “- La maduración de exploraciones que vienen realizándose desde mediados de siglo (R. Tomic, El Abra).

- El advenimiento de nuevas técnicas de exploración que ha permitido localizar yacimientos que tiene una capa post-mineral (Escondida, MM, Collahuasi).
- Dictación del DL 600 en la década de los 70 y del Código Minero a principios de los 80, los que en conjunto dan seguridad al inversionista sobre la propiedad de las reservas mineras y sobre los excedentes obtenidos a partir de su explotación.
- Existencia de estabilidad económica, social y política (lograda desde el Gobierno del Presidente Aylwin).
- Instauración de una economía crecientemente abierta hacia la inversión, el comercio y la tecnología.
- Existencia de yacimientos que debido a sus leyes, a su mineralogía y a su ubicación geográfica, constituyen en sí una ventaja comparativa. Se menciona la ubicación geográfica porque muchos yacimientos están ubicados en altura (se los puede extraer por gravedad), cerca del mar y en zonas (desierto, alta cordillera) en donde los impactos ambientales son menores que en zonas pobladas y/o agrícolas.
- Contribución no despreciable de Chile a las tecnologías mineras más modernas (proceso Pudahuel y sus secuelas, convertidor modificado Teniente, tecnologías específicas para la recuperación de molibdeno, arsénico, etc.).
- Disponibilidad de profesionales, trabajadores de alta calidad y existencia de una cultura seria de negocios y de trabajo.
- Condiciones competitivas de tributación y funcionamiento crecientemente eficiente del aparato institucional del Estado en lo que respecta a la tramitación de los permisos necesarios para dar inicio a un proyecto”.<sup>1</sup>

Interesante resulta constatar que Lagos no indica la evolución de los precios en el mercado internacional como una variable importante, con lo cual se puede presumir, dada la experiencia del autor en la materia, que la está implícitamente calificando como una variable que es una condición necesaria para que operen las otras.

Más allá de cómo pueda caracterizarse el período, lo ocurrido después de 1973 es un profundo cambio en las relaciones políticas, económicas y sociales del país. Lo nuevo no es simplemente un marco regulador para el sustento de las reformas económicas, es la imposición de toda una concepción ideológica y por lo tanto valórica. El tema central es modificar los mecanismos de asignación de recursos, pasando de un modelo en que el Estado jugaba un papel predominante, incluso antes del gobierno de la Unidad Popular, a un modelo en que el motor es el mercado. Aún cuando el análisis de este cambio sobrepasa el marco de este trabajo, la opinión personal del consultor es que quizás lo más importante que acontece en este plano es la promulgación de la

Constitución de 1980 que sin discusión y legitimidad política termina imponiéndose hasta el día de hoy. En este cuerpo legal, el elemento predominante es la protección de la propiedad privada tanto por sobre las necesidades individuales que no tengan cabida en el mercado, como por sobre la protección de los bienes comunes, quedando en este grupo el medio ambiente y los recursos naturales.

Hasta el día de hoy, casi diez años después de haber terminado el gobierno militar y de veinte años de Constitución, resulta casi imposible proteger determinados recursos naturales que están dentro de la propiedad privada.

## **2. Antecedentes técnicos del proceso de producción**

El proceso de producción minero puede ser dividido en varias etapas. La primera es la etapa de exploración del mineral, donde los impactos ambientales potenciales están vinculados a la forma de gestión y eventual abandono de materiales en las faenas.<sup>1</sup> La segunda etapa es a la cual nos referiremos en forma más detallada, es el proceso de producción propiamente tal. La tercera etapa es la del abandono del proceso minero. En esta última etapa hay un gran pasivo ambiental y recién está siendo considerado después de la puesta en práctica del reglamento del SEIA (1997).

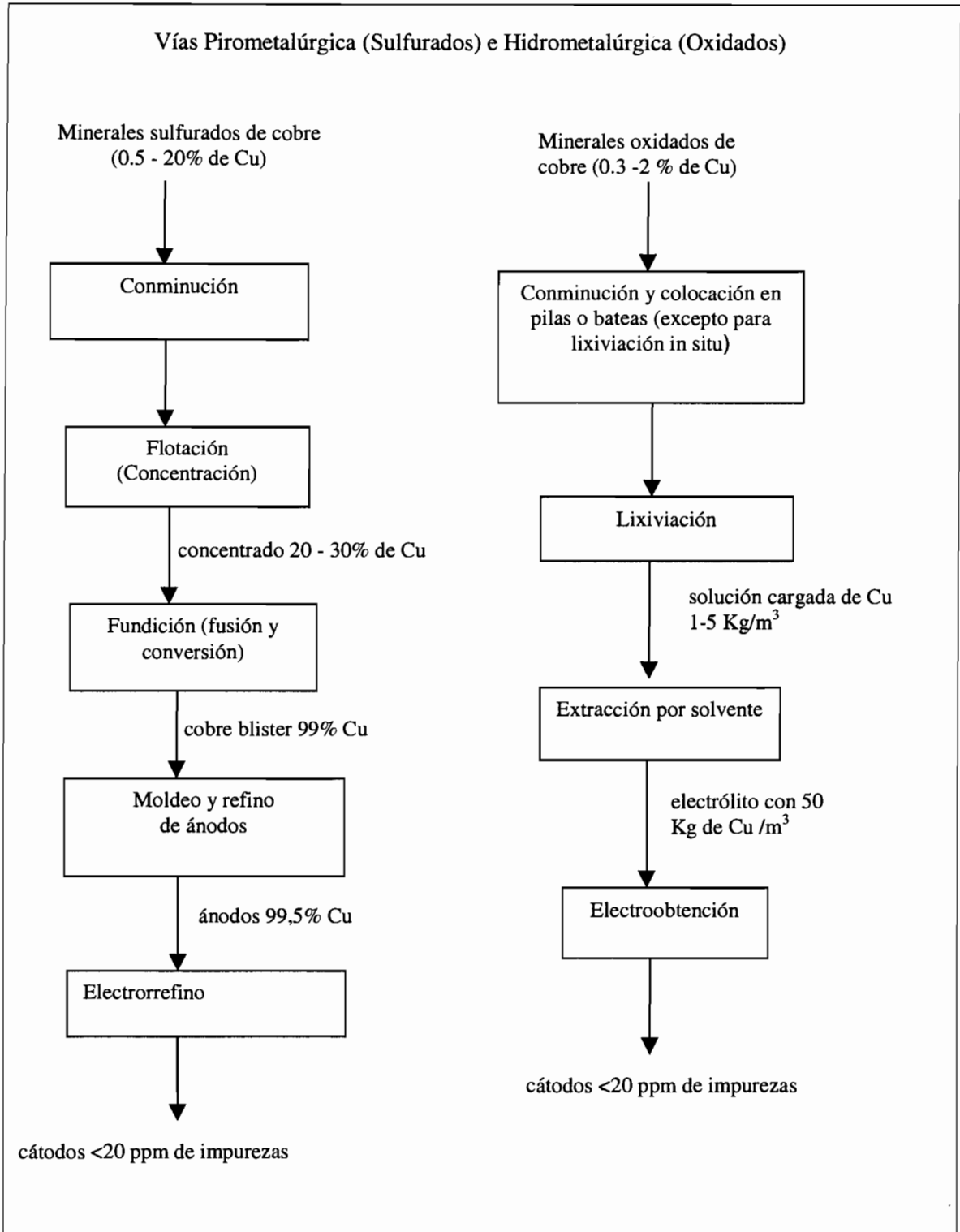
En términos generales, para el análisis del proceso de producción, hay que tener presente que el mineral se encuentra en los yacimientos, en una primera etapa como óxidos y, posteriormente, en la medida que avanza la explotación, como sulfuros. En este último caso se trata de minerales con alto contenido de azufre y de arsénico. Ambos elementos son el mayor problema desde el punto de vista de los posteriores impactos ambientales por contaminación.

Por lo tanto, tal como se aprecia en la figura 1, existe un método para cada tipo de mineral: pirometalúrgico para los sulfuros e hidrometalúrgico para los óxidos; en términos generales se puede sostener que el primer método conlleva un riesgo potencial de contaminación atmosférica y que el segundo método presenta un riesgo potencial de generar contaminación hídrica.

---

<sup>1</sup> Los impactos ambientales se mencionan como potenciales por cuanto de haber una buena gestión ambiental éstos no tienen por qué existir, o al menos, debieran mantenerse dentro de la normativa existente o de códigos comunes de buenas prácticas ambientales.

**Figura 1**  
**Flujos de producción de cobre para sulfuros y óxidos**



El riesgo asociado al impacto potencial ambiental <sup>2</sup> de la actividad minera es muy importante en todas las etapas señaladas. En primer lugar, por un uso específico y no competitivo del suelo y por la enorme cantidad de material que se requiere movilizar por cada unidad que se produce; en segundo lugar, por los efluentes líquidos que se pueden generar en la etapa de flotación para el concentrado; en tercer lugar, por las emisiones atmosféricas de la etapa de fundición; en cuarto lugar, por los residuos sólidos que se generan durante todas las etapas descritas.

Algunos datos tecnológicos de proceso interesantes de destacar son los siguientes:<sup>ii</sup>

1. Un 10% de la producción mundial de cobre es por vía hidrometalúrgica, el restante 90% es por vía pirometalúrgica. Esto se debe a la abundancia de reservas de minerales sulfurados en comparación con la de minerales oxidados.
2. La producción primaria de cobre es un 60% del cobre total que entra al mercado (el restante 40% es reciclado: producción secundaria).
3. Los avances más importantes de los últimos años son:
  - Las tecnologías de extracción minera han avanzado desde explotar en forma rentable yacimientos con 5-10% de cobre durante los primeros años del siglo, hasta explotar yacimientos de 0,2-0,3% de cobre en los años 1990. En el año 2.000 algunas de las minas de cobre de más bajo costo serán El Abra y Radomiro Tomic, ambas con leyes de menos de 1% de cobre.<sup>iii</sup>
  - Las tecnologías de exploración son tan sofisticadas que hoy día es posible predecir la existencia de yacimientos subterráneos antes de comenzar a perforar.<sup>iv</sup>
  - Las plantas de ácido y el desarrollo de hornos autógenos o semi autógenos (como el horno flash) que han motivado el reemplazo o disminución del uso de los hornos reverberos y los hornos eléctricos. El horno reverbero, y en menor escala el horno eléctrico, tiene mayor consumo de energía y genera gases muy diluidos en SO<sub>2</sub> lo que dificulta su tratamiento.
  - El desarrollo de la tecnología Bacterial Thin Layer (BTL), para la lixiviación, apoyada por actividad bacteriana, de algunos minerales sulfurados de cobre.
  - Aplicación masiva de la refinación por electro-obtención. Más que una innovación, se destaca su aplicación masiva en la línea de producción respectiva.<sup>v</sup>

---

<sup>2</sup> En estricto rigor, estamos hablando de riesgo asociado e impacto potencial, por cuanto la depredación de un recurso o la contaminación ambiental de un proceso, legalmente sólo ocurre al sobrepasar o exceder un determinado nivel permitido por una norma. Mientras no se sobrepasa ese nivel, no es propio hablar de deterioro o contaminación. Se podría hablar de emisión que no es, necesariamente, contaminar.

### **3. Antecedentes de la producción y productividad**

El cobre puede ser producido a partir de la mina que puede ser de pique profundo o a tajo abierto, o por recuperación de materiales. Obviamente, la mayor importancia de uno u otro tiene que ver con los costos involucrados. Actualmente, tal como se indica en el punto precedente, la mayor parte del cobre proviene de la mina, pero la obtención de cobre por recuperación también es muy significativa (más de 40%).

Por otra parte, en 1998 el 81,3% de la producción nacional provenía de las minas de tajo abierto y el resto de pique profundo.<sup>3</sup> La remoción de material es menor para las de pique profundo que las de tajo abierto, por cuanto las primeras dejan buena parte del material que se remueve en el lugar antes de llegar al mineral propiamente tal.<sup>vi</sup>

La producción de cobre y de sus derivados es determinante en cuanto a la producción de la minería metálica del país, tanto en términos del volumen de la producción física como de la dinámica sectorial.

Como resultado de los altos niveles de inversión acontecidos en el sector durante la década del noventa, en el país se alcanza un elevado nivel y ritmo de crecimiento de la producción de cobre. En efecto, en 1989/90 la producción anual bordeaba los 1,6 millones de toneladas y a fines de la década del 90 se estima que alcanzará los 5 millones de toneladas. En la actualidad, Chile es el primer productor de cobre a escala mundial y eso explica por sí solo que genere la tercera parte de la producción y la mitad de las importaciones de cobre en el mundo.

La producción de la industria manufacturera, que involucra la producción de cobre, se realiza en siete fundiciones, desde Calama hasta Rancagua, cinco de las cuales pertenecen al sector público y dos al sector privado.<sup>4</sup> La elaboración de productos del cobre no tiene una importancia real en la actividad económica nacional, al menos en términos relativos a la producción de la materia prima y al propio sector manufacturero.

La mayor parte del crecimiento en la producción de mineral de sulfuros ha estado orientada a la producción de concentrado y no al cobre fundido. El tema ha sido objeto de grandes debates, especialmente en torno a la conveniencia o no de ampliar la capacidad instalada nacional con el fin de agregarle más valor a sus exportaciones. El punto es discutible, particularmente por cuanto hay subvención a la competencia en el mercado internacional (Japón) y no es claro que se podrían obtener las economías de escala necesarias para lograr cierta competitividad.<sup>vii</sup>

<sup>3</sup> En Chile está Chuquicamata que junto con la Escondida son las minas a tajo abierto más grandes del mundo y El Teniente que también es la mina de pique profundo más grande del mundo, según sostiene la minero-mitología nacional.

<sup>4</sup> Chuquicamata, Potrerillos, Paipote, Ventanas y Caletones son las fundiciones que pertenecen a ENAMI y CODELCO. Refimet y Chagres son del sector privado.

Aparentemente, el incremento de la producción de concentrado y no de cobre blister tiene un efecto ambiental favorable en el sentido de que permite un menor impacto en la contaminación atmosférica. Esta afirmación, sin embargo, no es del todo válida si se considera que una nueva fundición tendría que ser con las técnicas modernas que permiten obtener muy bajos niveles de emisión.

Respecto a la productividad del sector, las variaciones en el empleo muestran que ha habido un incremento muy importante de este indicador. Pero además, la mantención y/o disminución del número de trabajadores tiene que ver con una política deliberada de terciarización (por contratistas) de algunas actividades al interior de las empresas. Tanto del sector público como privado.

En materia de desarrollo tecnológico y de motor de la ingeniería de servicios, CODELCO sigue siendo la empresa más demandante de conocimientos y asesorías del sector productivo en el ámbito nacional. Dicho en otros términos, una empresa de ingeniería nacional requiere del mercado de CODELCO y del cobre en general para asegurar su desarrollo.

#### **4. Antecedentes económicos**

Desde una perspectiva económica, la mayor importancia del cobre es su aporte en las exportaciones y en las inversiones.

En términos económicos nacionales, el sector minero en su conjunto tiene un aporte histórico de alrededor del 10-11% del PIB. Esta situación, desde el punto de vista regional, es diferente y en términos globales, entre 1990 y 1994, el sector aportó al PIB regional de la I, II, III y IV Regiones el 20%, 58%, 40% y 25%, respectivamente.<sup>viii</sup> En términos laborales, su incidencia directa no sobrepasa el 1% del total de la fuerza de trabajo nacional. En términos indirectos su importancia en el mercado laboral es muy grande.

No requiere demostración el sostener que la mano de obra chilena es de menor costo relativo que la mano de obra de algunos de los principales países productores de cobre (EEUU y Canadá). Esta afirmación es válida a todos los niveles de calificación profesional. Sin embargo, dado el alto grado de mecanización del sector, es probable que la incidencia en del costo de la mano de obra en los costos totales de operación no sea un factor demasiado significativo. Por lo tanto la ventaja no es por el costo sino por la abundancia relativa a los niveles de calificación.

La producción de cobre en el país está principalmente orientada hacia los mercados externos, por lo que su gran aporte en términos económicos son los ingresos por concepto de exportaciones. En efecto, durante toda la década del 90, alrededor del 50% de las exportaciones chilenas corresponden a la minería y dentro del sector, más del 80%, al cobre. Como puede apreciarse, la incidencia de las exportaciones de los otros minerales es muy poco importante en el total.<sup>ix</sup>

Por otra parte, es conveniente tener presente que en la clasificación de productos industriales, según las estadísticas de comercio exterior (CUCI), están incorporados productos semibásicos, por lo que el rubro industrial contiene muchas materias primas con bajo valor agregado incorporado. De esta forma, queda en evidencia la poca incorporación de valor agregado en la estructura exportadora chilena.

De la información proporcionada en el cuadro 1, se desprende que efectivamente el monto de la inversión extranjera se mantiene en ritmos muy elevados siendo principalmente explicados por el aporte del capital extranjero. Es interesante hacer notar que según Moguillansky,<sup>x</sup> en los últimos años CODELCO también incrementa su inversión en forma significativa pero manteniéndose en porcentajes bastante menores al 50% de la inversión total.

Cuadro 1  
**INVERSIÓN EXTRANJERA MATERIALIZADA A TRAVÉS DEL DL 600**  
(millones de dólares)

	(1974-1989)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Minería	90	686	803	440	563	902	1.761	1.716	995	1.626
Servicios	83	183	376	225	262	271	294	786	1.932	1.199
Industria	53	90	98	236	120	450	306	296	923	495
Construcción	32	5	5	32	24	21	39	59	28	117
Agricultura	13	9	9	14	12	15	22	9	16	14
Silvicultura	13	20	20	11	7	23	15	54	19	28
Piscicultura y Acuicultura	13	6	6	5	1	1	54	43	21	12
Transporte	14	3	3	17	6	38	15	5	478	170
Electricidad, gas y agua	0	0	0	0	0	3	13	52	386	1.378
<b>Total</b>	<b>311</b>	<b>974</b>	<b>1.320</b>	<b>980</b>	<b>995</b>	<b>1.724</b>	<b>2.519</b>	<b>3.020</b>	<b>4.798</b>	<b>5.039</b>

Fuente: Comité de Inversiones Extranjeras, Chile

Así también, la inversión total (local más extranjera) durante la década del 90 fue de 2,6 veces la inversión de la década anterior, siendo el último período de la década (1993-97) en el que la relación aumenta a 3,2 veces.<sup>xi</sup>

Estos antecedentes de las inversiones tienen su expresión en la producción que se indica en el cuadro 2. Sin embargo, obviamente, las relaciones no son estrictamente 1:1 y hay un desfase natural producto del período de construcción. Aun así, las tendencias siguen una relación significativa y constatamos que la producción entre 1970 y 1997 se incrementó en casi 5 veces y que en los siete primeros años de la década la producción aumenta en algo más del 100%, mientras en la década anterior lo había hecho en casi un 50%. Es decir en 7 años duplica lo hecho en 10 años.

En este contexto, es de toda certitud la conclusión de Berrios de la CEPAL, referido a la variable ambiental, donde no deja lugar a dudas en que las causas que determinan la entrada del capital extranjero a la minería chilena no tienen que ver con un mayor o menor grado de flexibilidad de las restricciones ambientales.<sup>xii</sup>



**Cuadro 2**  
**PRODUCCIÓN DE COBRE**  
(miles de toneladas)

	Promedios			Años										
	80-90	93-97	90-97	1970	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Producción	1.425	2.681	2.355	711	1.063	1.360	1.616	1.855	1.967	2.078	2.234	2.510	3.144	3.438
Índice	100	188	165	50	75	95	113	130	138	146	157	176	221	241

Fuente: Varios anuarios de SERNAGEOMIN.

En el Cuadro 3 se aprecia la evolución del precio del cobre, la que claramente aparece siendo más favorable en la década de los noventa que en la de los años ochenta. Esta es una variable más, pero determinante en la decisión de los inversionistas. Más allá de apreciaciones que se pueda tener sobre las políticas de producción del sector, lo que es claro es que los montos de las inversiones involucradas hacen que el sector no tenga reacciones demasiado rápidas a las señales del mercado. Esta situación es válida tanto en las señales a la baja como a las alzas del mercado. Incluso, a pesar de la situación actual (principios de 1999) aún hay anuncios de prensa en que se indica la puesta en marcha durante el año del nuevo proyecto de la mina Pelambres.

**Cuadro 3**  
**EVOLUCIÓN DEL PRECIO DE COBRE EN EL MERCADO INTERNACIONAL**  
(centavos de dólar de 1996 por libra)

	Promedios			Años												
	80-90	93-97	90-97	1950	1960	1970	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Precio BML	106,9	109,6	113,7	104,2	123,6	222,0	140,9	79,4	132,6	116,1	112,7	93,0	111,1	136,3	103,9	103,9
Índice	100	103	106	97	116	208	132	74	124	109	105	87	104	127	97	97

Fuente: COCHILCO

Notas: BLM, Bolsa de Metales de Londres.

Valores reales. Deflactor: índice de precios al por mayor de los EEUU, promedio 1996.

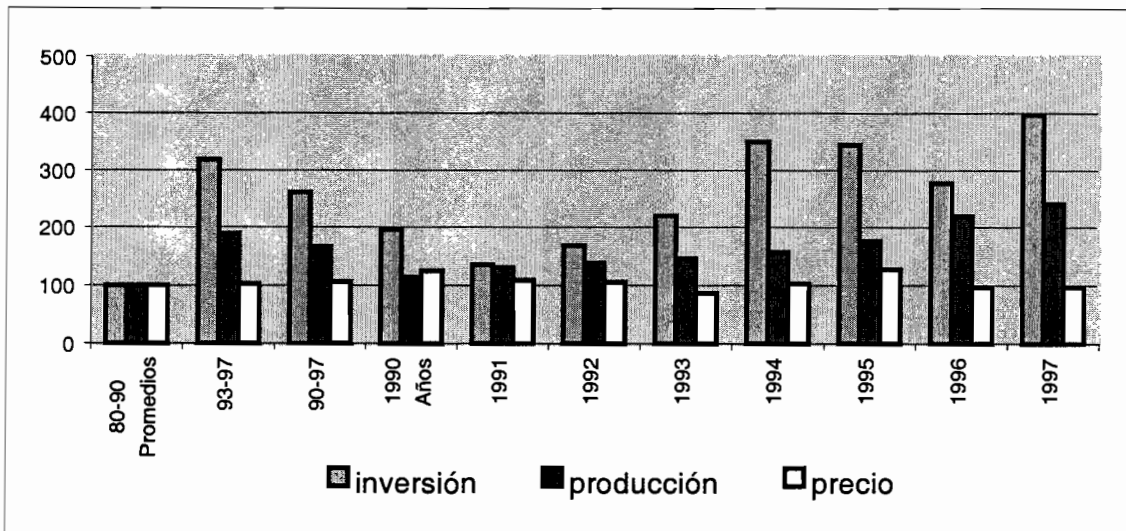
**Cuadro 4**  
**INDICES DE INVERSIÓN, PRODUCCIÓN Y PRECIO**

	Promedios			Años							
	80-90	93-97	90-97	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Inversión	100	318	261	196	134	168	220	351	345	278	398
Producción	100	188	165	113	130	138	146	157	176	221	241
Precio	100	103	106	124	109	105	87	104	127	97	97

Fuente: a partir de los cuadros, 1, 2 y 3.

La información del cuadro anterior puede visualizarse mejor en el gráfico 1. Como se puede apreciar, las variaciones en el precio tienen una amplitud menor que el monto de las inversiones. Sin embargo, las tendencias que se reflejan muestran como los índices evolucionan conjuntamente.

Gráfico 1  
EVOLUCIÓN ÍNDICES



Algunas proyecciones indican tendencias similares a las acontecidas en la última década en que el sector minero,<sup>xiii</sup> lo que seguiría siendo determinante en las inversiones sectoriales. Sin embargo, estas estimaciones tendrían que matizarse, tras la crisis financiera asiática que ha afectado negativamente al mercado minero internacional.

A los problemas económicos recientes, hay que agregar que el tema ambiental se está utilizando como una forma de proteccionismo para impedir la entrada del cobre en algunos mercados. El argumento utilizado es que las cañerías de cobre aportan mineral al consumo humano, con lo que se generarían problemas en la salud de los consumidores, creándose una mayor propensión a adquirir enfermedades cancerígenas. Por ahora las evidencias empíricas han permitido demostrar que no hay bases reales en la argumentación y, por esa vía, se ha podido superar el impasse. Sin embargo, el acceso al mercado internacional puede verse entorpecido en el futuro por exigencias ambientales de los consumidores.

Es importante señalar que la mayor parte de los stocks del mercado mundial se explican por la producción de origen chileno. Obviamente que con este nivel de producción, no tiene precedentes la responsabilidad que le cabe al país en materia de las variaciones del precio del metal rojo en los mercados mundiales. De no mediar algún tipo de acuerdo entre los productores nacionales, es poco probable que se consiga bajar

los stocks y, por consiguiente, aumentar el precio en el mercado internacional (entre 63 y 64 centavos de dólares la libra).

No debe olvidarse que mientras EEUU, Canadá y Australia, destinan una parte importante de la producción a sus respectivos mercados nacionales, para Chile se trata de un recurso natural de destino preferente hacia las exportaciones. Las condiciones geopolíticas y tecnológicas hacen que la producción de Zambia y Zaire se encuentre aletargada; y la producción de los ex países socialistas, especialmente de Rusia, que antes se orientaba a la producción nacional, ahora se dirige al mercado internacional, como consecuencia del desmantelamiento del área metalmecánica, ocurrido con la apertura y consiguiente modernización de la economía.

La variable que más crece es la de la inversión, pero se puede presumir que a partir de 1998 ésta debería estancarse y posiblemente repetir la situación de principios de la década.

Desde el punto de vista del objetivo de este trabajo, las cifras entregadas confirman el hecho de que el incremento significativo de las inversiones y de la producción ocurre en momentos muy distantes que el período de las reformas económicas de la década del setenta.

## II. IMPACTO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD MINERA Y LAS ACCIONES CORRECTIVAS

### 1. Aspectos jurídicos e institucionales

El contexto ambiental tiene que ver con dos factores importantes para los efectos de entender su importancia en el sector de la minería del cobre en Chile. El primer factor es la constatación de que hasta la década del noventa en el país no hay una preocupación ambiental importante. Entre otras cosas, esto se refleja en que no existían instituciones encargadas del tema y la normativa era de una gran pobreza, tanto en términos conceptuales (calidad) como en su cantidad.

La escasa normativa existente no tenía incorporados los conceptos modernos de gestión ambiental. Los principios de quién contamina paga, precautorio, mejor tecnología disponible y mejores prácticas ambientales, ni siquiera constituían enunciados del discurso ambiental, pues no existía política ambiental. A partir de 1994, al menos estos principios aparecen en las primeras formulaciones de la política y en la propia Ley Marco. Es decir, recién después de dos décadas, Chile estaría ingresando a lo más elemental del debate ambiental planetario.<sup>xiv</sup>

Las causas que explican este atraso en materia ambiental tienen que ver con el contexto político en que se desenvuelve el país durante el comienzo de la década del setenta, pues, mientras en 1972 en el mundo se debaten los planteamientos ambientales de la Conferencia de Estocolmo, en Chile el debate es acerca de la viabilidad y deseos de construir una sociedad socialista por la vía democrática, tema no menor que absorbía todo el tiempo disponible de la actividad política. Después de 1973 y hasta 1990, mientras el mundo continúa el debate ambiental e implementa normativas y genera instituciones, en Chile simplemente en éste y en otros temas políticos no hay debate. A fines de los 80, durante el gobierno militar, se generan un par de instituciones “pantalla”<sup>5</sup> para responder a las exigencias de las agencias financieras internacionales.<sup>6</sup> Se puede afirmar, por consiguiente, que en Chile en materia ambiental hay dos décadas perdidas.

En este período se establecen algunas normativas que básicamente se estructuran a partir del Código Sanitario y de las disposiciones técnicas para el diseño de los tranques de relaves de SERNAGEOMIN. El tema más relevante es el problema de la contaminación atmosférica proveniente de las siete fundiciones existentes en el país. La razón por la cual el tema aparece como muy importante es porque, en el caso de la

<sup>5</sup> Durante el gobierno militar, a fines del 80 se generan dos instancias. Por una parte un organismo de coordinación ecológica nacional dependiente del Ministerio de Bienes Nacionales y por otra parte se crea la Comisión de Descontaminación de la RM, dependiente de la Comisión de Energía.

<sup>6</sup> Las exigencias de las evaluaciones de impacto ambiental y otras obligaciones ambientales para otorgar los créditos internacionales, pertenecen al BID y BM y comienzan a hacerse efectivas recién a mediados de los 80 .

Fundición de la División de Chuquicamata de CODELCO, hay denuncias de los trabajadores en que responsabilizan a las empresas por los problemas de salud que afectan a los trabajadores de la fundición. El tema es llevado a los tribunales y los trabajadores ganan el juicio con lo cual la situación queda resuelta.

A raíz de esta situación y de otros hechos internacionales, el Banco Mundial y el BID catalogan al país como un lugar con altos problemas en la contaminación atmosférica, ciertamente muy influidos por los altos índices que se perciben en la capital del país. La autoridad militar adopta la política de ocultar o de minimizar el problema.<sup>xv</sup>

En la década del 90, Chile retoma la vía democrática y con ella el debate ambiental. En los primeros años de la década se promulga el decreto 185 que, por primera vez, regula las emisiones atmosféricas de las fundiciones mencionadas y de las megafuentes en general.<sup>7</sup>

Recién en 1992 se promulga el decreto supremo 745 que reglamenta las condiciones sanitarias mínimas en los lugares de trabajo y deroga los anteriores del año 1983. Este reglamento, sin ser su objetivo de tipo ambiental y estar orientado solamente para proteger las condiciones de salud y seguridad de los trabajadores al interior de la empresa, sigue siendo una pauta importante para la gestión ambiental. Por ejemplo, establece criterios elementales que, a falta de otros, pueden ser aplicados para la gestión de los residuos peligrosos al exterior de las plantas industriales.

En 1994 se promulga la Ley de Bases del Medio Ambiente dándole, finalmente, atribuciones y carácter legal a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Esta institución asume la tarea de iniciar un proceso de formulación de políticas y normas ambientales en el país.

No podría terminarse el capítulo jurídico sin señalar que en materia legal los convenios y acuerdos internacionales juegan un papel decisivo. En este sentido, el acuerdo comercial con Canadá fijó un precedente bastante trascendental en materia jurídica pues en él se acordó que no se podrían exigir estándares externos a los nacionales. Lo novedoso aquí es que se obliga a aplicar a las normas nacionales. Este simple hecho puede llegar a tener una gran importancia, de prosperar la inversión y el comercio proveniente de ese país.

## **2. El impacto ambiental**

Tal como se indicó, el impacto ambiental de la minería sigue siendo consecuencia del hecho de que se trata de un recurso natural no renovable en que, para producir una tonelada en promedio, se requiere mover 99 toneladas de material estéril.<sup>8</sup> Para producir

---

<sup>7</sup> El decreto de los ministerios de Minería, Salud y Agricultura se beneficia del apoyo técnico del proyecto CEPAL/GTZ a través de la participación de su experto principal y de la realización en la CEPAL de los seminarios de discusión para la preparación del borrador (ver documentación del proyecto)

<sup>8</sup> Estamos suponiendo una ley del 1% de mineral de cobre. Cifra que es representativa pero no muy precisa. En estricto rigor, el movimiento de tierras es mucho mayor pues es necesario "llegar" hasta el mineral removiendo material.

5 millones de toneladas cobre, se requiere mover 500 millones de toneladas de material. Por el momento, en el caso chileno, el impacto ambiental de este hecho no aparece como demasiado significativo debido a que la mayor parte de la producción del país se realiza en el Norte y el uso del suelo minero no compite con otras alternativas. Sin embargo, hay conciencia de que el tema es importante y hoy en día, en el marco del SEIA, se exigen planes de abandono con recuperación del suelo contaminado para el término de las faenas y se comienzan a establecer instrumentos, como el seguro ambiental, para garantizar la aplicación de estas medidas.

En el caso de la producción de la zona central de los minerales de El Teniente, Disputada y Minera Andina, los impactos en términos de uso de suelo de la extracción minera han sido menores por tratarse de producciones cordilleranas. Los problemas provienen de la existencia de tranques de relave<sup>9</sup> que por estar ubicados en el valle, pero en lugares poco aptos desde el punto de vista agrícola, conviven con la producción agrícola.

La contaminación hídrica ha sido un problema histórico de la producción minera y no sólo del cobre, sino también del salitre y del oro. El problema esencial son los vertidos ocasionales y no controlados de los tranques relaves hacia los efluentes aledaños. La escasez de agua y las presiones de los vecinos, a partir de grandes accidentes ocurridos en la década de los 60, han hecho que haya un mayor control de las emisiones de estos efluentes y en el diseño de los tranques. El riesgo mayor asociado sigue siendo la contaminación por residuos químicos en los cursos de agua, incluidas las napas freáticas.

Desde el punto de vista ambiental, el tema de los derechos de agua podría ser un factor de alta incidencia en la producción de cobre con menores impactos ambientales. Sin embargo, la revisión bibliográfica realizada, así como el análisis de la poca información disponible en la materia, demuestran que este factor no es efectivo. Es más, desde el punto de vista ambiental, haber hecho del agua un bien de mercado, en que no hay responsabilidad acerca de la calidad del recurso, no ha resultado ser un factor que pudiera incidir en un mejor aprovechamiento del recurso, pues son justamente las grandes empresas mineras y eléctricas las dueñas de dichos derechos, y en consecuencia, controlan monopólicamente el mercado. Por lo tanto, por la vía de la competencia, el mercado no opera como ente regulador y mecanismo de protección del recurso. No está de más decir que no se trata aquí de un mero problema de mercado, sino que también de un problema de conceptos.

En materia de contaminación atmosférica, el principal problema es la emisión de óxidos de azufre a la atmósfera proveniente de las siete fundiciones de cobre que hay en el país. En contacto con el agua de la atmósfera se produce la lluvia ácida que tiene un impacto negativo muy serio sobre la salud de la población aledaña y sobre la agricultura. Desde principios de esta década se hacen inversiones para producir el ácido sulfúrico a

---

<sup>9</sup> El tranque de relave es el lugar donde se deposita el material desechado que resulta del proceso de flotación y molienda del mineral. Se trata de un material sólido, con contenido de agua, de baja granulometría y con restos de productos químicos de la flotación.

nivel del proceso, controlando y disminuyendo de esta forma un porcentaje significativo de las emisiones.<sup>xvi</sup>

Así también, un subproducto de los minerales provenientes de los yacimientos con alto contenido de sulfuros es el arsénico, que se encuentra en forma abundante en los yacimientos del Norte. El único control que se puede tener sobre este subproducto es su neutralización y disposición en lugares con el debido control como residuo sólido peligroso.

Para todas las empresas un grave problema es la existencia de mucho polvo en la faena extractiva (tajo abierto) que es difícil de paliar con agua en el Norte del país. Junto a esto, en todo el proceso productivo también se genera polvo, que es controlable por la vía de confinar (cerrar y techar o poner ductos) las operaciones. El polvo contribuye al material particulado en suspensión que es uno de los mayores problemas de la zona.

Finalmente, está el impacto ambiental de los residuos sólidos industriales provenientes del área de la producción y de los equipos de apoyo (plantas de oxígeno, sub-estaciones eléctricas, etc.), cuya inadecuada disposición histórica constituye un importante pasivo ambiental y una difícil carga presente.

Los residuos de proceso normalmente se tratan de reincorporar en la línea de producción. Aquí lo más complejo son los residuos que corresponden a las materias auxiliares, envases y embalajes, y restos de combustibles, lubricantes y residuos provenientes de la mantención de la maquinaria y de los equipos que requiere el proceso. Muchos son residuos sólidos peligrosos que no tienen normativa que regule su gestión ni existen suficientes lugares de disposición adecuados en el mercado.

Es recién a principios de la década que se establece el primer lugar autorizado de recepción de residuos peligrosos en la Región Metropolitana, Hidronor S.A., perteneciente a un grupo Español internacionalmente conocido. Otras instalaciones para el tratamiento y recuperación de residuos sólidos como las de Bravo Energy, comienza recién a operar desde mediados de la década. La debilidad en las exigencias al respecto, al no existir una ley que regule la gestión de los residuos industriales y peligrosos, hace que esta actividad sea poco atractiva para la inversión privada. En el Norte del país, donde están la mayoría de las instalaciones mineras, no hay instalaciones autorizadas para el manejo de los residuos peligrosos a nivel comercial. Algunas empresas tienen autorizada la disposición de los residuos al interior de sus recintos, aplicando el decreto 745 del Ministerio de Salud, referente a las condiciones internas de trabajo en las empresas.

Por último, en materia de impactos ambientales de la minería, están aquellos que se le atribuyen a los productos de cobre. El caso más conocido ha sido el de las cañerías de cobre. Obviamente, se trata de una práctica de proteccionismo ambiental realizada por la competencia desde hace mucho tiempo, en el que un trabajo largo y sostenido en los organismos mundiales de salud, por parte de los competidores, fue creando un

ambiente favorable para establecer una norma que impidiera la comercialización de productos de cobre. CODELCO asumió un papel activo en estos organismos para demostrar que estos efectos no eran tales y conseguir la aprobación de estándares más aceptables.<sup>xvii</sup>

### 3. Las medidas correctivas

#### a) Los instrumentos de gestión ambiental para el control de la contaminación hídrica

Los problemas vinculados a la contaminación hídrica han sido enfrentados por el lado de la normativa de SERNAGEOMIN y algunos decretos que se indican y que controla la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Junto a ellos, coexisten organismos de saneamiento básico dependientes del Ministerio de Salud. La experiencia demuestra que estos controles siguen siendo insuficientes y existen muchas situaciones de riesgo ambiental, producto de un cierto retraso en la aplicación de la normativa.

Los problemas ocurridos con la contaminación del río Loa a la altura del tranque Sloman, en 1998, dejaron en evidencia que hay un problema no resuelto con el pasivo ambiental de la minería. Pasivo en que no sólo hay una cuota de responsabilidad de la minería del cobre sino también de la minería del salitre en esa zona. Lo más grave es que no se dispone de una versión oficial clara y definitiva.

#### b) La aplicación de instrumentos de gestión ambiental para el control de la contaminación atmosférica

En el control de la contaminación atmosférica es donde más se ha avanzado en materia de instrumentos de gestión, pues existe la posibilidad legal de decretar que una zona es latente o saturada a través de los distintos decretos antes mencionados. La latencia es un límite próximo a la norma de calidad del aire y la saturada es cuando se ha superado claramente el valor de la norma. Su definición se encuentra en el decreto 185. Posteriormente a esta declaración, es posible establecer planes de prevención y descontaminación para cumplir con la normativa. A continuación se presentan los cuadros 5 y 6 que muestran cuál es el panorama en el país.<sup>10</sup> El primero, con los decretos que permiten declarar en zonas latentes y saturadas a determinadas empresas y, el segundo, que da cuenta de los planes actualmente en ejecución con carácter legal.

---

<sup>10</sup> Esta información, es de fácil acceso a través de la página web de conama: [www.conama.cl](http://www.conama.cl). Diciembre 1998.



**Cuadro 5**  
**LISTA DE DECRETOS SUPREMOS QUE DECLARAN ZONAS LATENTES Y SATURADAS A DETERMINADOS TERRITORIOS DEL PAÍS**

Reg	Comuna	Nombre Zona	Zona declarada: compuesto:	Decreto Supremo
III	María Elena	María Elena, Pedro de Valdivia	Saturada PM10	D.S.1162/93 Ministerio de Agricultura
III	Calama	Campamento Chuquicamata	Saturada SO <sub>2</sub> , PM10	D.S. 185/91 Ministerio de Minería
III	Diego de Almagro	Fundición Potrerillos	Saturada SO <sub>2</sub> , PM10	D.S. 18/97 Ministerio SEGPRES
IIII	Tierra Amarilla	Fundición Hernán Videla	Saturada SO <sub>2</sub>	D.S. 255/93 Ministerio de Salud
V	Catemu	Localidad de Chagres	Latente SO <sub>2</sub>	D.S. 185/91 Ministerio de Minería
V	Quintero, Puchuncaví	Fundición de Ventanas	Saturada SO <sub>2</sub> , PM10	D.S.346/93 Ministerio de Agricultura
VVI	Mostazal, Codegua, Machalí, Requinoa	Caletones	Saturada SO <sub>2</sub> PM10	D.S. 179/94 Ministerio SEGPRES
R.M.	Totalidad Región	Región Metropolitana	Saturada PM10, CO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> latente Nox	D.S. 131/96 Ministerio SEGPRES

Fuente: Página web de CONAMA, Diciembre 1998. [topicos\\_ambientales.htm](http://topicos_ambientales.htm)

**Cuadro 6**  
**PLANES DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN**  
 Fecha: 23 de Agosto de 1998

Nº Rol	Denominación	Fecha Inicio	Estado Expediente	Plazos	Gestiones Pendientes
PL 1 /96	Plan de Descontaminación de Caletones	23 de Junio de 1996	Decreto Supremo Publicado el 03/06/98.	_____	
PL 2/96	Plan de Descontaminación y Prevención de la Región Metropolitana	20 de Octubre de 1996	Decreto Supremo Publicado el 06/06/98	_____	
PL 1/97	Plan de Descontaminación de Potrerillos	03 de Agosto de 1997	Decreto Supremo del Plan en Trámite.		Decreto Supremo del Plan en Trámite.

Fuente: Conama, página web, Diciembre 1998.

Como puede apreciarse, los instrumentos disponibles permiten darle un carácter legal a los planes de descontaminación. Estos planes comprenden acciones de tipo técnico y evaluaciones económicas, así como obligaciones de control y monitoreo. Normalmente, el monitoreo está a cargo de la propia empresa, bajo el control y

fiscalización periódica de la autoridad de Salud.<sup>11</sup> Finalmente, cabe destacar que en todos los casos la contaminación está vinculada a la actividad minera, salvo el caso de la Región Metropolitana que tiene múltiples orígenes y de Puchuncaví, de la V región, donde la responsabilidad de ENAMI es compartida con la planta de producción termoeléctrica del sector eléctrico.

Del análisis de ambos cuadros se desprende que no todas las empresas que están sobrepasando los niveles de emisión autorizados tienen planes de contaminación autorizados por decreto. Sin embargo, eso no significa que no se estén realizando planes específicos.

c) **Los instrumentos de gestión ambiental para el control de la contaminación por residuos sólidos**

El panorama jurídico para la gestión de los residuos sólidos ya fue descrito. La característica central es la ausencia de una normativa adecuada para su gestión, salvo para el manejo de los estériles y relaves.<sup>12</sup>

En un "benchmarking" realizado a mediados de 1998 para CODELCO, acerca de buenas prácticas ambientales en materia de gestión ambiental en el sector minero chileno y, en particular, acerca de la gestión de residuos, se llegó a la conclusión de que esta actividad podría ser mejor y que no se realiza con los mejores estándares internacionales. Mejores antecedentes se obtuvieron de una empresa del sector forestal que había certificado ISO 14.000, pero que tampoco constituía un paradigma de gestión ambiental por cuanto y después de todo, esta certificación lo único que hace es obligar a cumplir con una normativa que, como se ha dicho, es muy débil en la materia.

Por esta razón, el benchmarking terminó realizándose en algunas empresas mineras de Brasil, del Estado de Minas Geraes, donde sí se pudieron obtener antecedentes de utilidad para el objetivo planteado. No hay que olvidar que la normativa ambiental brasileña es mucho más completa que la chilena.

Un enfoque adecuado para evaluar la gestión del residuo es mirarlo desde la perspectiva de su ciclo de vida: el ingreso de materiales (contenido de envases y embalajes), el proceso (pérdidas y gestión de los residuos de mantención), la generación, la disposición interna, el transporte, la acumulación y la disposición externa. Todo esto con el criterio que la mejor gestión de un residuo es la de aquel que, en primer lugar, se evita y luego se minimiza. Si no es posible ninguna de las situaciones precedentes, entonces se recicla, y si nada de lo anterior es posible, recién se busca su tratamiento y/o disposición o eliminación en forma adecuada a las características del residuo.

---

<sup>11</sup> Esta forma de fiscalización es común también en los países desarrollados. Para que esto ocurra se requiere un alto grado de confianza, un elevado grado de cooperación entre el fiscalizado y el fiscalizador y una clara responsabilidad jurídica acerca de la responsabilidad del causante de los daños ambientales potenciales que puede causar.

<sup>12</sup> Información bastante completa sobre la materia jurídica así como algunas precisiones de los conceptos técnicos puede encontrarse en la página web de la SONAMI.

Este enfoque no ha existido en los sectores productivos del país y, por lo tanto, tampoco en la minería del cobre. Algunas empresas transnacionales han aportado opiniones y prácticas valiosas, pero en ningún caso tienen una gestión de acuerdo a los criterios previamente mencionados y a los mejores patrones internacionales de sus propias casas matrices.

Por su parte CODELCO, a fines del año pasado, formuló una política con los principales lineamientos para la gestión de los residuos sólidos industriales. Las Divisiones de El Teniente, Chuquicamata y Radomiro Tomic han formulado sus planes de gestión de residuos industriales que constituyen un gran avance y un alto estándar en la materia.<sup>xviii</sup>

Estos planes están inspirados en las mejores prácticas ambientales y en la aplicación de la mejor tecnología disponible, y fueron formulados en un proceso participativo que involucró a los principales actores comprometidos en la gestión de residuos. Dichos planes contienen un conjunto de actividades que van desde la creación de la infraestructura requerida, de acuerdo al principio de la aplicación de las mejores técnicas disponibles, hasta la formulación de estándares propios cuando no los hay a nivel nacional, pasando por la creación de instrumentos económicos y de una estructura organizacional adecuada para su ejecución, y la implementación de planes de capacitación y sensibilización de todos los trabajadores y ejecutivos.

Del análisis del estado del arte se desprende que si bien hay avances importantes por parte de las empresas mineras en la formulación de planes de gestión ambiental, para enfrentar las distintas formas que adopta la contaminación ambiental, éstos podrían ser mejores.

La práctica ambiental de las empresas extranjeras de fines de la década del 80 y principios del 90 es muy superior a la de las empresas extranjeras de antes de la nacionalización de 1971, que hoy constituyen la mayoría de las Divisiones de CODELCO. El pasivo ambiental de las empresas más antiguas es extraordinariamente grande y la falta de políticas ambientales a nivel de las mismas empresas durante las dos décadas perdidas genera una cultura laboral y empresarial que no es fácil de superar.

Las nuevas empresas mineras no poseen fundiciones, por lo que no tienen impactos ambientales potenciales atmosféricos importantes. En las nuevas instalaciones en general, como es natural, se aplican las mejores técnicas disponibles. Sin embargo, en lo que se refiere al empleo de las mejores prácticas ambientales, la gestión ambiental es más discursiva que práctica, es decir, como se verá en el capítulo siguiente, podría ser mejor y sería peor si no se dispusiera de las mejores tecnologías con que venían los proyectos, que en su mayoría eran "llave en mano".<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Para una empresa con filiales en todo el mundo suele ser más difícil empeorar las tecnologías que mantenerlas. Por esta razón, lo más probable, es que en este tipo de empresas la maquinaria y equipos corresponda a un patrón

#### **4. Los instrumentos de gestión ambiental**

##### **a) Los instrumentos preventivos**

La incorporación de instrumentos de gestión ambiental es una práctica que surge en estos últimos años y no alcanza a constituir una exigencia a la realización de las inversiones del sector. Sin embargo, ha ido generando un estándar que, sin lugar a dudas, constituirá un referente importante para las nuevas inversiones. El primer instrumento es de carácter preventivo y son los estudios de impacto ambiental. El instrumento más sofisticado para evaluar la gestión propiamente tal son las ISO 14.000. Con este instrumento las empresas se obligan a tener un sistema de gestión ambiental, tener una política explícita, cumplir con la normativa o estar en proceso de hacerlo y tener una práctica de mejoramiento continuo.

Las nuevas inversiones se hacen con estudios de impacto ambiental previos, para evaluar el impacto ambiental real de un proyecto determinado. La principal inversión privada de fines de la década pasada y principios de ésta fue la Minera Escondida, que por ser de propiedad del Banco Mundial, entre otros, estaba obligada a realizar dicho estudio. Obviamente, de esta situación se benefició el Estado de Chile.

El estudio significó un costo para la empresa de un millón de dólares que, para una inversión de mil doscientos millones de dólares, significó un 1/1000 de la inversión fija, rango en que se sitúa el costo de este tipo de estudio. Los beneficios, aparte de la aprobación de la inversión por los propios socios de la empresa y por parte de la autoridad nacional, tienen que ver con un ordenamiento de la gestión ambiental que tiene un valor difícil de cuantificar. Para la discusión nacional que en ese momento existía, quedó meridianamente claro que las inversiones extranjeras no se detendrían por el mayor costo que pudieran significar estos estudios. La rentabilidad esperada se estimaba en decenas por cien y los mayores gastos preventivos en estudios, por razones ambientales, por la unidad por mil. Además, la percepción más difundida en la materia es que la sola realización de una buena EIA permite hacer importantes economías de energía y materias primas en los proyectos.

Debe recordarse que el Sistema de Estudios de Impacto Ambiental (SEIA) adquirió un carácter legal sólo con la Ley Marco de 1994 y su reglamento es de estos últimos años (1997). Previamente, se utilizaba un instructivo presidencial publicado a principios de esta década y que sólo obligaba a las empresas públicas. Algunas empresas privadas se sometían al sistema sólo por razones de buenas relaciones con la autoridad pero no por cumplir con una obligación legal que no existía; o bien por razones de exigencias de la Banca Internacional para la concesión de créditos para la inversión.

La nueva normativa establece dos formas de ingresar al sistema: por declaraciones o por estudios. Las primeras son para proyectos más simples y de menor envergadura; las segundas, para los proyectos más grandes y sofisticados. Los límites y alcances de ambos procedimientos son materia de discusión permanente y su análisis sobrepasa el alcance de este estudio.

Según los antecedentes de CONAMA, entre el 1 de enero de 1990 y el 7 de diciembre de 1998 se realizó una inversión en Chile que alcanzó los 35.907 millones de dólares, de los cuales 13.618 millones de dólares correspondieron al sector minero.

Por otra parte, la misma fuente indica que de los 956 proyectos que ingresaron al sistema durante toda la década, hasta el 26 de diciembre de 1998, el 78% correspondió a declaraciones y el 22% a estudios. De la información proporcionada se desprende, entre otras cosas, que el número de proyectos rechazados no alcanza al 10% del total.<sup>xix</sup>

Otros antecedentes de la misma fuente, señalan que de los 956 proyectos ingresados al sistema durante la década, 54 corresponden a EIA de proyectos mineros y 76 a DIA del sector. A partir del conocimiento de las inversiones del sector, se puede estimar que más del 90% de ellos corresponden a la minería del cobre.

Más allá de cualquier duda, a estas alturas el SEIA es un instrumento que se aplica en la gestión ambiental chilena. Las enseñanzas son de distinto tipo, pero lo central es que por primera vez en el país se aplica un criterio preventivo en materia ambiental y que aquellos proyectos que no cumplen con los requisitos mínimos han sido rechazados o han tenido que aceptar una serie de indicaciones para su materialización. En el sub-capítulo siguiente se hará una descripción del uso de éste y otros instrumentos, en algunos casos específicos seleccionados.

El factor que más entusiasmó al sector privado nacional para la aceptación del SEIA no fue, sin lugar a dudas, su vocación ambientalista, sino la búsqueda de un camino que permitiera facilitar los engorrosos trámites que requiere cualquier proyecto de inversión para poder materializarse.

## **b) Los instrumentos de gestión directa**

Como se ha indicado precedentemente, las buenas prácticas ambientales es un principio que poco a poco se incorpora en la gestión ambiental.

En 1994, bajo el cambio del panorama político y jurídico ambiental indicado en los capítulos anteriores, organismos como CODELCO crean una gerencia que se encarga exclusivamente del tema ambiental. Este hecho, a nivel micro, tiene la más alta trascendencia pues, por primera vez, los ejecutivos de la principal corporación minera del país tienen la posibilidad de incorporar el tema en todas sus decisiones. Esta decisión tiene efectos colaterales en las entidades gremiales patronales que, a su vez, incorporan el tema en sus actividades y en todas las empresas extranjeras que también hacen lo suyo. En este último caso, no necesariamente como resultado de la decisión pública de CODELCO, sino también como una práctica habitual en la gestión de estas empresas.

En efecto, en una encuesta realizada sobre 160 establecimientos industriales y mineros de la RM (50) y cinco regiones (110), durante 1997, se concluyó que la mayoría de los establecimientos cuenta actualmente con una Unidad o Sección de Medio

Ambiente. Entre los distintos sectores industriales, destacan la minería, con el 80% de los establecimientos con estas características, seguido por celulosa y papel, con el 62% y la construcción, con el 50%. La proporción es mayor en las grandes empresas que en las pequeñas y se da la misma tendencia en las empresas extranjeras y en las nacionales.<sup>xx</sup>

La nueva estructura ambiental generada en las empresas mencionadas ha permitido comenzar a enfrentar distintos aspectos de los impactos ambientales ya descritos. Entre otras actividades, cuando sea aprobado el reglamento para la gestión de los residuos peligrosos, tendrán que ser formulados los planes de gestión de residuos y es probable que haya que abordar el tema de la recuperación del pasivo ambiental de los sitios contaminados por la actividad minera. El viejo planteamiento de Chandler acerca de la estrecha vinculación que existe a nivel de empresas entre la estrategia corporativa y la estructura organizacional se ve reforzado por lo acontecido en materia ambiental en las empresas que operan en Chile durante esta década.<sup>xxi</sup>

Ninguna empresa minera en Chile a la fecha ha certificado la ISO 14.000, a pesar de que esta forma de certificación comienza a ser cada vez más exigida por la demanda y que, dadas las debilidades de la legislación chilena mencionadas, es más sencillo certificar en Chile que en un país más avanzado ambientalmente. Las divisiones de CODELCO están trabajando en la implementación de la certificación en un horizonte de 5 años y se espera tener avances durante el próximo año en la recientemente inaugurada División Radomiro Tomic. En algunas empresas privadas, como Collahuasi, hay anuncios que certificarán, pero no se conocen las fechas definitivas.

El hecho concreto de que no exista dicha certificación por parte de las nuevas empresas mineras deja también en evidencia que el cumplimiento de las restricciones ambientales chilenas no constituye un problema para las empresas mineras. Esto es así por cuanto la certificación, aparte de ser un mecanismo de garantía para los compradores, también lo es para la autoridad en aquellos países en que la normativa es más rigurosa y no existe capacidad ni interés en tener un sistema de control demasiado estricto sobre las empresas. El caso de Brasil, es un ejemplo de esto último.

Algunos estudios de gestión de empresas han ponderado la forma como éstas actúan en el mercado nacional en relación con las variables ambientales. Un estudio ya citado analiza mediante entrevistas y encuestas el comportamiento de las empresas transnacionales y las de CODELCO y ENAMI, llegando a la conclusión que los primeros ocho factores claves (de 16 que considera en el estudio) por lo que se considera importante el tema ambiental, se indican en el Cuadro 7.

Entre paréntesis se entrega la jerarquía que le otorga cada grupo de empresas, seguido de la ponderación del método para evaluar las respuestas. Las diferencias no son muy grandes, salvo que para las empresas transnacionales las exigencias bancarias son una condicionante muy importante.

Es importante concluir señalando que la inversión extranjera se realiza con financiamiento bancario y que éste, para acceder con la colocación de sus créditos, hace

exigencias ambientales. Esta práctica es, al parecer, similar para los bancos privados o los organismos multilaterales.

Cuadro 7  
**FACTORES CLAVES EN LA GESTIÓN EMPRESAS MINERAS**

Factores claves	Empresas transnacionales	Empresa pública
Apoyo dirección	(1)-5,1	(2)-5,0
Política interna	(2)-4,6	(1)-5,3
Perfil internacional	(3)-4,3	(5)-4,5
Legislación	(4)-4,2	(3)-5,0
Requerimientos	préstamos (5)-4,2	(14)-3,0
Bancos		
Perfil local (nacional)	(6)-4	(4)-4,0
Imagen casa matriz	(7)-4	-
Calidad internacional	(8)-	(7)-4,5

Fuente: Nicole Fischer, op-cit.

Tampoco ha sido posible detectar prácticas de gestión ambiental que se diferencien según la nacionalidad de las empresas transnacionales, tal como se demostró en múltiples trabajos dirigidos por Vernon en la década del setenta en Harvard. Es posible que eso ocurra porque en el mundo globalizado las formas de gestión tienden a homogenizarse. Además, en un período tan breve de presencia de una buena parte de estas empresas no se pueden sacar esas conclusiones.

## BIBLIOGRAFÍA

- <sup>i</sup> Lagos, Gustavo, “Resumen presentado a la Convención Anual del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile”, realizado en Copiapó, entre el 8-11 de noviembre de 1994.
- <sup>ii</sup> La mayor parte de estos datos provienen de Biswas, A.K. and Davenport, W.G. Extractive metallurgy of cooper, Oxford, tercera edición, 1994.
- <sup>iii</sup> Lagos, Gustavo, “Desarrollo de políticas nacionales en Chile: 1974-96”, traducción del artículo aparecido en Resources Policy, 1997.
- <sup>iv</sup> Ibid
- <sup>v</sup> El punto es resaltado por Chappuis, María, “Competitividad e incorporación del progreso técnico en la minería de oro y cobre”, LC/R.1592, Santiago de Chile, 31 de diciembre de 1995. Cita tomada de Berrios op.cit. En p.7, recuadro 1.
- <sup>vi</sup> Datos de la SONAMI tomados de Lagos, Gustavo y Mardones, José Luis, “Developing Domestic Resource Cost Approach to Identify the Economic and Environmental Impacts of Trade: the Mining Sector in Chile”, Universidad Católica de Chile, Final Report prepared for CIPMA-WRI, April, 1999.
- <sup>vii</sup> Ver Lagos, “Desarrollo ...”, op.cit., p.10.
- <sup>viii</sup> Ibid.
- <sup>ix</sup> Moguillansky, Graciela, “Chile: las inversiones en el sector minero 1980-2000”, Serie Reformas Económicas 3, CEPAL, LC/L.1131/Rev.1, Santiago de Chile, Agosto de 1998, Cuadro 22t.
- <sup>x</sup> Moguillansky, Graciela, “Chile: las inversiones ...”, op.cit.
- <sup>xi</sup> Moguillansky, Cuadro 24, op.cit.
- <sup>xii</sup> Berrios, Jorge, “La variable ambiental en la inversión minera transnacional. El caso del Cobre en Chile”, LC/R.1719, Santiago de Chile, 19 de mayo de 1997.
- <sup>xiii</sup> Información de GEMINIS S.A., basándose en catastros de proyectos de inversión de la SOFOFA, Corporación de Bienes de Capital y Cámara de Comercio.
- <sup>xiv</sup> Distintos eventos de discusión del tema jurídico dejan en evidencia la pobreza del marco jurídico ambiental nacional de la década del setenta y ochenta, respectivamente. Ver, entre otros, CEPAL/GTZ, “Informe del seminario nacional de derecho ambiental (7 de octubre de 1993). Aspectos jurídicos de la gestión ambientalmente adecuada de residuos”, CEPAL, LC/R.1419, 7 de julio de 1994. Ver también, Cubillos, Gonzalo, “Análisis de la legislación chilena sobre residuos industriales sólidos”, CEPAL, LC/R.1301, 16 de septiembre de 1993.
- <sup>xv</sup> Un análisis bastante completo del impacto de la minería en Chile a fines de la década pasada puede encontrarse en el informe de la consultoría al Banco Mundial realizado por el autor en 1988. Una versión, con la información de las emisiones de las fundiciones, puede encontrarse en Durán de la Fuente, Hernán, “El impacto ambiental de la actividad minera en Chile: balance preliminar”, Documento para el seminario Acción Ambiental: obstáculo o impulso al desarrollo?, Sector Minero, Serie Documentos de seminario CIPMA, Concepción, 11-12 de mayo de 1990.
- <sup>xvi</sup> En el trabajo de Lagos, Mardones, op.cit., se entrega un balance de las emisiones de las funciones de cobre en Chile para 1998.
- <sup>xvii</sup> Lagos, Gustavo, “Risk Assessment for Copper – A Practical Experience”. Actas Proceedings del Taller Panamericano sobre uso seguro de minerales y metales auspiciado por los gobiernos de Canadá y Perú. Lima, Perú, 1 al 3 de julio de 1998.
- <sup>xviii</sup> La política y los planes pueden obtenerse en la Gerencia Ambiental de CODELCO y fueron realizados por la empresa consultora ambiental GESCAM S.A.



- <sup>xix</sup> Curiosamente para algunos ambientalistas esta cifra es considerada insuficiente, para ellos mientras más se rechace mejor. Así lo sostiene el capítulo “Orientaciones para la sustentabilidad del sector minero en Chile”, en Programa Chile Sustentable, Por un Chile Sustentable, propuesta ciudadana para el cambio, LOM, Santiago, abril de 1999.
- <sup>xx</sup> Beckel R., Jorge y Mikus, Werner, ““La gran encuesta”, INDUAMBIENTE, Año 6, N° 35, noviembre-diciembre 1998, pp.48-55, p.51.
- <sup>xxi</sup> Nos estamos refiriendo al planteamiento clásico del “management” que sostiene que cada cambio estratégico va acompañado con un cambio en la estructura organizacional de la empresa y viceversa. Para más detalles, ver Chandler, A., “Statégie et structure de l’ Ed. D’Organisation. Paris 1962.





