

La Minería y su Pasivo Ambiental

La industria minera es, sin duda, una de las más importantes para el país. Chile ha sido, es y seguirá siendo un país netamente minero. Las cifras son elocuentes: en nuestros yacimientos se encuentra entre el 25 y el 30% de los recursos mundiales de elementos metálicos como el cobre y el molibdeno. Como si esto fuera poco, también tenemos hierro, oro, plata, minerales no metálicos, fertilizantes, petróleo y carbón. En síntesis, la minería es nuestra principal fuente de recursos. Hoy producimos bastante más que ayer. Y estamos en franco plan de crecimiento.

Sin embargo la minería, pese a que nos da gran parte de nuestro sustento diario, también es una de las actividades más contaminantes y perjudiciales para el medio ambiente y el hombre. A lo largo de la historia, ha ocasionado grandes perturbaciones en diversas partes del mundo, con graves problemas ambientales en forma directa e indirecta. Por esto, es imperioso detectar cada uno de los problemas para así llegar a soluciones correctas en materia de prevención y descontaminación.

La gran minería del cobre se concentra fundamentalmente en la II Región. Allí están las minas de Chuquicamata y La Escondida. Pero toda la zona norte y centro del país contiene cobre en abundancia, agregándose también minerales de yodo y hierro, entre otros. Al sur se concentran las minas de carbón y los yacimientos de petróleo y gas. En la actualidad, los proyectos más importantes, por su inversión y producción, se concentran en el norte, contándose entre ellos los de las minas La Candelaria, Andacollo, Collahuasi, Cancán y Radomiro Tomic. También están los proyectos de expansión y mejoramiento de La

Escondida, El Salvador, Punta del Cobre y, más al sur, Disputada de Las Condes. En todas ellas se genera más de algún problema serio de contaminación ambiental.

I. Impactos Ambientales de la Minería. El caso de los Tranques de Relave

Del total de mineral extraído en una mina metálica, sólo el **2%** corresponde al metal deseado. El resto es descartado como diferentes desechos: **50% estéril**, **44% relaves** y **4% escorias**.

¿Qué son los relaves mineros? Son material de descarte proveniente del proceso de concentración de los minerales, formados por una suspensión en agua de fragmentos de roca previamente sometidas a molienda. Los relaves mineros contienen diversas sustancias, algunas altamente tóxicas. En Chile, la generación de este material de descarte está asociada principalmente al proceso de concentración de sulfuros de cobre y en menor medida a la concentración de minerales de oro. En promedio, se generan 28 toneladas de relave por cada tonelada de concentrado de cobre producido.

Autor:

Patricio López - Periodista y Director de Comunicaciones Fundación Terram

Sebastián Ainzúa - Economista

Cristobal Zolezzi - Economista

Paola Vasconi - Ingeniera Geofísica

Los relaves son habitualmente almacenados en tranques, ya que la mayoría no puede ser reprocesada ni reutilizada en el proceso productivo. En faenas mineras ubicadas en zonas cordilleranas, estas estructuras se construyen en quebradas de ríos donde normalmente se realizan obras de desvío de los cauces de agua, mediante la construcción de túneles by-pass. Luego, se cierra la cuenca a través de un muro contenedor que define de esta manera la cubeta sobre la cual se almacenarán los residuos.

Análisis realizados a distintos relaves en Chile han identificado elementos como cobre, calcio, magnesio, sodio, potasio, sulfatos, entre otros, en su composición. Mientras, en otros, también se han detectado muestras de arsénico, cadmio, cianuro libre, compuestos fenólicos, hierro disuelto y suspendido, molibdeno, plomo, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sulfatos, aceites y grasas.

La producción de relaves, que debe ser dispuesto en condiciones seguras, corresponde a cifras que varían de entre 96 a 98% de los minerales tratados en los diferentes procesos.

La forma y el lugar en que son dispuestos estos desechos dependen de las características de cada faena. Los tipos de depósitos dependerán del lugar de emplazamiento y de la necesidad de evitar costos mayores.

En Chile, los depósitos de relaves se definen como “disposición de almacenamiento de los relaves que cumplen la función de ubicar la fracción sólida en una estructura estable y disponer, a la vez, de la suspensión parcial de sólidos en líquidos y de una fracción líquida, capaces de mantenerse en condiciones seguras respecto a eventuales rebalses u otras perturbaciones” (DS N°86).

Históricamente, los relaves eran dispuestos de la forma más conveniente para el dueño de la empresa minera, considerando la topografía pero siempre bajo el criterio de mínimo costo. Esto, unido a la falta de conciencia

y legislación ambiental en todo ámbito, trajo como consecuencia que los relaves fueran descargados generalmente a cursos de aguas, como ríos y arroyos.

Sin embargo, en las últimas décadas esta práctica ha ido cambiando. Hoy se tiene una mayor conciencia de los impactos ambientales asociados a la actividad minera y, producto de la apertura de los mercados, las empresas cada vez más incorporan los criterios ambientales en sus procesos productivos, situación a la que no ha sido ajena nuestro país.

En Chile, en 1965, tras la falla del Tranque El Cobre, murieron 200 personas. Este hecho marcó significativamente a la minería en nuestro país, lo que finalmente se tradujo en la dictación en 1970 del Decreto Supremo N°86/70 del Ministerio de Minería, sobre construcción y operación de los depósitos de relaves.

La función de estos depósitos se puede traducir en tres puntos generales:

- solución del problema de contención de las partículas sólidas de los relaves,
- retener temporalmente los efluentes líquidos,
- conservar el agua para su reutilización en los procesos.

El método más adecuado para la disposición de relaves es específico para cada proyecto y ubicación. La mejor solución puede ser obvia o requerir investigación dependiendo de las circunstancias únicas de la mina (ubicación y topografía, método de minado y geología del cuerpo mineralizado, métodos de procesamiento y características físicas resultantes de los relaves, características químicas de los relaves y su potencias generador de ARD, factibilidad económica).

Los principales tipos de depósitos de relaves existentes en Chile son los denominados “tranques convencionales”, que introducen en la operación una etapa de separación de tamaños del mineral contenido en la pulpa y, además, utilizan la arena para construir un muro de contención de la fracción más fina. Algunos ejemplos podemos citar Talabre, Los Pelambres,

Ovejería y Las Tórtolas.

Otro tipo de depósito muy utilizado es el denominado "tipo embalse", que utiliza material de empréstito para la construcción del muro. Entre ellos destacan Tranque de Carén y La Candelaria. También existen depósitos de relaves filtrados y/o espesados, como por ejemplo Mantos de Oro y Mantos Blancos.

Depósitos de relaves por región

Región	Nº de depósitos
I	1
II	14
III	34
IV	38
V	11
RM	5
VI	2
XI	2
Total	107

Fuente: U. De Chile 2002.

Riesgos Ambientales asociados a los Tanques de Relave

Los depósitos de relaves generan riesgos por diversas causas, la que pueden clasificarse en las siguientes categorías (Lagos, 1997):

- riesgo sísmico,
- riesgo hidrogeológico,
- generación de polvo,
- contaminación del suelo,
- uso alternativo del terreno,
- consumo de agua y fallas en el sistema de disposición.

Riesgo Sísmico

Chile es un país eminentemente sísmico, de ahí la gran importancia que adquiere esta variable. Su impacto está directamente relacionado con el tamaño, diseño y construcción del tranque y las características del lugar dónde se ubica el depósito, obviamente dependiendo de la magnitud del sismo. Este riesgo se evalúa a través de la estabilidad de los taludes y el riesgo de licuefacción (fenómeno en el cual el relave

pasa a ser un fluido viscoso de alta densidad). Ante un evento sísmico puede ocurrir la contaminación de cursos de agua, efectos a zonas agrícolas y, como en el caso del tranque El Cobre, producir víctimas humanas.

Riesgo Hidrológico

Este tipo de riesgo puede dar lugar a distintos tipos de efectos tales como arrastre de desechos y residuos producido por lluvias, crecidas de ríos y avalanchas, acidificación de las aguas, solubilización de metales, arrastre de sedimentos (situación que se constató en el caso de la bahía de Chañaral) y contaminación de napas subterráneas.

Todos ellos impactan de formas diferentes el medio ambiente contaminando, por ejemplo, aguas y suelo. Esto puede suceder, por ejemplo, debido a la incorporación de relaves a los cursos de aguas (ríos, lagos u océanos, fuentes de abastecimiento de agua potable, recursos para la agricultura y la recreación); inestabilidad en las instalaciones por la erosión de los muros, e; incorporación y disolución de metales pesados en las aguas, alterando del hábitat de los cursos de agua superficial o percolando las napas subterráneas. En el caso de descargas directas de relaves o aguas claras a los cursos de agua o al océano, esto provoca serios trastornos según la cantidad o actividad de sus componentes. Pueden generarse problemas de cieno y turbidez que sepultan flora y fauna, así como contaminación de los cursos de agua y la abrasión continua del fondo. Además, las partículas en suspensión obstaculizan el paso de la luz solar, generando daños a las especies que habitan estos cursos de agua.

Riesgo por Generación de Polvo

En el caso de los relaves, la generación de polvo se produce debido a que el tamaño de sus partículas las hace propensas a la erosión eólica. Este fenómeno se presenta con mayor fuerza en depósitos abandonados o que están en proceso de secamiento. Provoca impactos en la salud como los ocurridos en Chañaral. Además, sus partículas son tan finas que pueden ser inhaladas y pasar al sistema respiratorio, causando efectos físicos y químicos importantes. Además, el

polvo provoca daños físicos directos a las plantas e impide parcial o totalmente el proceso de fotosíntesis. También reduce la fecundación de las flores, el rendimiento y la calidad de los árboles frutales y plantas de cultivo.

Contaminación de Suelo

Este fenómeno se presenta cuando las sales y metales de los relaves consolidados en el subsuelo se mueven hacia la superficie del suelo productivo. La contaminación de los suelos toma mayor fuerza durante la revegetación de los terrenos. Aquí se producen dos fenómenos principalmente: primero, cuando los elementos entran en contacto con las raíces de las plantas pueden provocar su muerte; y segundo, cuando los metales, como el cobre y el molibdeno, son absorbidos y acumulados por las plantas, que al ser consumidas por animales provocan ciertas enfermedades como molibdenosis.

Riesgo por Consumo de Agua

En el norte de Chile, como en muchas zonas áridas del mundo, se están utilizando las escasas fuentes de agua para desarrollar la actividad minera. La disposición de relaves genera una importante pérdida de aguas, ya sea a través de filtraciones, humedad retenida o evaporación, que se hace más importante en zonas calurosas y con precipitaciones

Riesgos por Fallas en el Sistema de Disposición

Durante la construcción, operación y aún después de ello, los sistemas de disposición de relaves están expuestos a fallas de mal diseño, construcción, operación y/o accidentes que pueden originar derrames. Además, tenemos los **impactos asociados al cierre inadecuado de los tranques**, provocando contaminación de ríos, lagos, bordes costeros,

¹ **Relación de desmonte:** Cantidad unitaria de estéril o desechos que deben extraerse para conseguir una cantidad unitaria parecida de Mena o mineral. En minas subterráneas, esta relación puede ser de 1 a 1 (es decir que se debe sacar 1 tonelada de desechos para conseguir una tonelada de Mena). En minas de cielo abierto, la relación de desmonte varía generalmente entre 6 a 1 y 40 a 1

problemas de seguridad y riego de colapso de la instalación, emisión de material particulado, alteraciones estéticas y paisajísticas y generación de drenaje ácido, entre otros.

Todos los riesgos ambientales que generan los tranques de relave se ven alterados en su magnitud por la peligrosidad de sus componentes, el contenido de metales pesados, los reactivos y otras características como por ejemplo el pH del relave.

II. Aspectos Económicos.

El tremendo desarrollo de la actividad minera, durante los últimos 20 años, tiene numerosos costos ambientales relacionados con las características propias de la actividad minera, en especial el crecimiento de esta actividad y otros costos asociados a los efectos de la producción.

El conjunto de estos costos (algunos de ellos imposibles de evitar) configuran un panorama que muestra los efectos que dicha actividad tiene sobre el medio ambiente. A esto se agrega el hecho que la minería genera problemas futuros que no han sido resueltos, como la viabilidad económica después del agotamiento de las minas o el establecimiento de planes de cierre de faenas que consigan la reparación ambiental. Por lo tanto, podemos establecer que son necesarios mecanismos de gestión, fiscalización y control de la minera que permitan la sustentabilidad al sector.

Costos del Desarrollo.

El boom del sector minero ha traído costos ambientales asociados a la sobreexplotación del recurso mineral.

La minería es una de las actividades que genera mayor cantidad de desechos. De hecho, algunos datos señalan que del total de mineral extraído en una mina metálica, sólo el 2% corresponde al metal deseado, mientras el resto es descartado como diferentes dese-

chos: 50% estéril, 44% relaves y 4% escorias.

En la medida que el sector crece, mayor es la cantidad de desechos que se genera, lo que se ha visto influenciado por dos factores.

En primer lugar, en la actualidad, la mayoría de los yacimientos que se encontraban a baja profundidad ya han sido explotados, lo que significa que ahora los proyectos de explotación se hallan a mayor profundidad, por lo que la relación de desmonte tiende a empeorarse¹. Esto significa que se requiere extraer una mayor cantidad de materia estéril antes de obtener el mineral.

Aun cuando la extracción de grandes cantidades de material estéril no tiene efectos ambientales desastrosos en Chile, ya que la mayoría de las minas se encuentran en zonas despobladas, sí se genera gran preocupación por el polvo arenoso que afecta a la población cercana a la mina, lo que puede provocar daños en las vías respiratorias.

En segundo lugar, la caída en la ley de los minerales tiene una incidencia fundamental, ya que de ello depende cuántos desechos se generan durante el proceso de molienda.² En la actualidad, la mayoría de las menas de cobre tienen en promedio una ley de menos de 1%, lo que significa que de cada tonelada (1.000 kilos) de mena, sólo 10 kilogramos son cobre y los 990 kilogramos restantes son desechos.

Bajo esta perspectiva, la producción de desechos mineros se ha acrecentado enormemente durante los últimos años, entendiéndose que la producción minera, sólo considerando el cobre, se ha incrementado en

Costos de producción

El agua

Como ya vimos, la generación de desechos de la minería es enorme. Una empresa de la gran minería puede llegar a producir más de 10.000 toneladas de desechos al día. Para

Ritmo de Disposición por tamaño de la industria

Ritmo de Disposición (toneladas por día)	Tamaño
Más de 10.000	Gran Minería
entre 1.000-10.000	Mediana Minería.
menos de 1.000	Pequeña Minería

Fuente: U de Chile (2002)

tener una comparación de la magnitud del tamaño de los desechos, podemos decir que en los 42 municipios de Santiago se generan 8.000 ton/día de residuos domésticos.

La forma más barata de transportar dichos desechos es a través del agua. Durante el proceso de molienda se requiere como insumo del agua, así es que es posible trasladar los desechos al agregar más agua.

Como se puede suponer, el uso de agua para el transporte de los desechos es altísimo, lo que provoca costos a otros sectores al aumentar su valor, debido a que este insumo se hace más escaso.

Suponiendo que un metro cúbico de agua (mt³) para la minería no se puede usar en otro sector de la economía, se asume que el valor del agua es el costo asociado al precio que los otros sectores deben asumir para compensar el déficit que genera el consumo de agua de la minería, es decir, es el costo alternativo del agua.

Según las estimaciones hechas por Borregaard (2001) y complementadas por el trabajo de Ibáñez (2003), la valoración del costo alternativo del uso del agua asciende a 55 millones de dólares (año 2000). Este valor corresponde a la externalidad causada por el

Valoración económica del recurso agua en regiones.

Región	Valor agua (\$/mt ³)	Producción (miles de ton. de Cu fino)	Mt ³ totales	Valor del agua (\$) del 2000)	Valor del agua (US\$ del 2000)*
II	140,2	2.348	93.920.000	13.167.584.000	24.407.466
III	233,75	429	17.160.000	4.011.150.000	7.435.078
IV	474,99	430	17.200.000	8.169.828.000	15.143.613
V	307,95	349	13.960.000	4.298.982.000	7.968.604
TOTAL				29.647.544.000	54.954.761

Fuente: Citado por Borregaard (2001), Cochilco.

² Ley: Es la proporción en peso de una sustancia útil que se encuentra en un mineral cualquiera

sector minero a otros sectores de la economía.

Dada la concepción teórica de la externalidad, la minería podría compensar a los sectores afectados por la actividad y seguir siendo rentable. El problema es que cuando una actividad como ésta concentra mayor poder que los afectados por la medida, las posibilidades de negociación son muy bajas.

Costos de Cierre y Abandono

En el estudio de Borregaard (2001) se han estimado los costos para el manejo de los relaves en la cordillera, de forma que se minimice el riesgo de un accidente durante su operación y en su etapa post operacional.

Entonces, las actividades tienen dos etapas: las que minimicen al máximo el riesgo de colapso del relave, lo que implica trasladar el relave al valle; y luego las actividades que permitan su cierre en forma segura (etapa post operacional).

Las actividades necesarias son aquellas que permitan asegurar la estabilidad física y química de la instalación, recuperar las condiciones ambientales afectadas por el manejo de los relaves y minimizar los riesgos post operacionales.

Las actividades unitarias definidas en el estudio son las siguientes:

- Remoción de los relaves de cordillera.
- Traslado del material de la cordillera al valle.
- Instalación de tranque en el valle.
- Operación del tranque en el valle.
- Manejo del agua residual.
- Cierre del tranque en el valle.
- Cierre del tranque en la cordillera.

El estudio estimó que el costo total de cierre –realizar las actividades descritas anteriormente- para un tranque la cordillera es de aproximadamente de US\$124 millones³. Es decir, equivale a US\$ 1,23 por tonelada de relaves secos (sólo el material de desecho) y a 112,5 por tonelada de cobre fino. Otro valor importante

que se estimó fue el de riesgo de abandono de un tranque de relave saturado en la cordillera. Este valor alcanzó a US\$104 millones, lo que es equivalente a US\$ 94,6 por tonelada de cobre fino.

En un estudio del año 2000⁴ se calculó el costo total de cierre de todos los tranques de relave con capacidad mayor a 300.000 m³. El resultado es que si bien los tranques de cordillera representan sólo el 14% de los tranques en Chile, sus costos totales de cierre son equivalentes al 86% restante de tranques en el valle, lo que refleja sin duda el riesgo asociado al primer grupo. En la tabla se reproducen los resultados de dicho estudio.

Costo total de cierre de los tranques de relave con capacidad mayor a 300.000 m³ según región y localización.

Región	Costos de Cierre Cordillera (US\$)	Costos de Cierre Valle (US\$)
II Región		223.200.000
III Región	714.630	8.070.000
IV Región	6.617.400	3.785.000
V Región	172.200.000	15.266.123
RM	78.105.000	541.568.000
VI Región	596.919.000	60.000.000
TOTAL	854.556.030	851.889.123

Fuente: Citado por Borregaard (2001)

A modo de síntesis, de los costos externos totales aproximados generados por la minería del cobre, se observa que el mayor costo externo generado es por concepto de agotamiento del recurso, que llega a 500 millones de dólares en el año 2001 y, en total, la cifra alcanza a los mil millones de dólares anuales. Hay que tener presente que estas cifras son absolutamente provisionales y capturan sólo parte de las

³ La estimación se realizó en base al Catastro de Tranques y Relaves de SERNAGEOMIN 1989-1990, considerando relaves operativos y no operativos, cuya capacidad máxima de diseño supera los 300.000 m³.

⁴ Andía, Marcelo; Lagos, Gustavo (2000). Costos de cierre de tranques de relave en cordillera. Centro de Minería, Universidad Católica de Chile.

Costos externos totales aproximados de la minería del cobre

Costos externos aproximados	Miles de US\$ de 2001
Riesgo de abandono	453.518.693
Costos de salud	392.002
Costo alternativo del agua	55.593.328
Costo de agotamiento	503.805.430
TOTAL	1.013.309.453

Fuente: Fundación Terram.

externalidades generadas por el sector.

III. Legislación

A pesar de la gran tradición minera de nuestro país, la preocupación por los efectos mineros post-operacionales y por los impactos ambientales causados por los tranques de relave ha sido postergada, al punto que existen pocas normativas que contemplen su regulación.

El marco regulatorio actualmente vigente, establecido en 1994 por la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, no definió instrumentos de gestión específicos para la actividad minera, sino más bien una serie de instrumentos generales, conceptualmente aplicables a cualquier actividad productiva. Sin embargo, en ese entonces, la minería ya contaba con cuerpos legales que regulaban algunos aspectos de su desempeño en lo referente al diseño y operación de los depósitos de relaves, los cuales involucran a un sinnúmero de servicios públicos a través de sus respectivos ministerios o instituciones.

La legislación relacionada con la disposición de los residuos mineros comienza en 1916 con la Ley N°3.133, del Ministerio de OO.PP., sobre neutralización de los residuos provenientes de establecimientos industriales, la cual ha sido recientemente derogada (Ley N°19.821). En 1931 se dictó el Código Sanitario y en 1948 la Ley de protección a la Agricultura, donde el control de residuos mineros se centra en la prohibición de su vertimiento en cauces naturales. En 1970 se dicta el Decreto Supremo N°86 del Ministerio de Minería, norma aplicada a la disposición de residuos de la minería a

través de depósitos o tranques de relave. Su objetivo es velar porque cada depósito de relave construido en Chile tenga una calidad estructural adecuada para garantizar la seguridad de la población que se emplaza en la zonas aledañas a ellos. Sin embargo, no contiene aspectos específicos relativos al manejo ambiental de estos residuos y no considera el concepto de seguridad ambiental. Estos problemas son de orden más complejo y en ellos la incidencia del tipo de relave y los años transcurridos juegan un rol muy importante

En el caso de las aguas claras de los depósitos de relaves como desechos líquidos, su descarga al medio ambiente debería cumplir con la normativa vigente, que en este caso correspondería al D.S. N°90 que establece la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a la Descarga de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales. Esta norma regula el contenido máximo de algunos contaminantes que son de alta ocurrencia en las aguas claras de relaves, como es el caso de iones de sulfatos, molibdeno, cobre y manganeso, algunos de los cuales pueden impactar de manera significativa las aguas receptoras de ellas, aspecto especialmente peligroso cuando se usan en abastecimiento humano y riego. Muchos se preguntan si esta sola normativa basta o es necesario una normativa específica para regular las emisiones de Riles de los depósitos de relaves, debido, fundamentalmente, a su poder contaminante.

En lo que se refiere a la evaluación ambiental, la legislación actual es bastante completa, en el sentido de que a pesar de estar contenida en un grupo amplio de leyes, decretos, normas y reglamentos, su aplicación a través del SEIA garantiza que todos los efectos ambientales del proyecto puedan ser estudiados y evaluados previo a su autorización. Sin embargo, las modificaciones realizadas al reglamento en el último tiempo han dado mayor flexibilidad a los criterios que se utilizan para determinar la manera en que los proyectos entran al SEIA, por lo que, hoy en día, la gran mayoría de los proyectos de tranques de relave ingresan al sistema a través de Declaración de Impacto Ambiental, sin realizar un análisis de detalle del impacto real del depósito.

Legislación Nacional aplicable a Tranques de Relave

CONAMA	SEIA	
	DS N° 90/2000	Norma de emisión para las descargas de Residuos Líquidos a Aguas Superficiales
	DS N°46/2002	Norma de emisión para las descargas de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas
Min.MINERIA	DS N°72/1985	Reglamento de Seguridad Minera
	DS N°86/1970	Reglamento de Construcción y Operación de Tranques de Relaves
Min. SALUD	El Código Sanitario a través de los artículos 71, 72, 73, y 74 (DFL 725 de 1967) concede al Servicio de Salud Nacional la facultad de aprobar proyectos relativos a la construcción de cualquier obra particular destinada a la evacuación de residuos mineros	
Min. OOPP	El Código de Aguas en sus artículo 294 al 297 del Libro Tercero, Título 1, faculta a la DGA para conceder la autorización de funcionamiento, una vez aprobado el proyecto definitivo y siempre que se hay probado que la obra no afectará la seguridad de terceros ni producirá la contaminación de las aguas	
	DS N°609/1998	Norma de Emisión para las descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado
Min. AGRICULTURA	DFL 3.557 de 1980	Los artículos 11 y 12 del Título II establecen disposiciones sobre protección Agrícola
	Ley N°18.755, de 1989, modificada por la Ley N° 19.283	Esta ley otorga funciones y atribuciones al SAG para aplicar y fiscalizar el cumplimiento de normas legales y reglamentarias sobre contaminación de los recursos agropecuarios
Min. DEFENSA	Cuando procede conseguir permiso para vaciar efluentes al mar u ocupar terrenos de playas para depositar relaves	
Min. BIENES NAC.	Compra o arriendo de los terrenos dónde se ubicarán los depósitos	
Normativas en Trámite Legal		
Guía de Cierre de Faenas Mineras en Chile. Se enmarca dentro del Acuerdo Marco de Producción Limpia suscrito entre el Consejo Minero y los Servicios Públicos con competencia ambiental (la última versión de esta guía fue elaborada en octubre del 2002 y se encuentra actualmente en proceso de revisión)		
Reglamento sobre Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos. Este reglamento permitirá un mayor control sobre dónde están, cómo se transportan y qué se hace con los residuos (sólidos y líquidos) peligrosos en nuestro país. (falta pasar el trámite de Contraloría para entrar en vigencia)		
Norma de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales		

IV. Efectos en la salud de los relaves

La actividad industrial y minera facilita la movilidad de elementos a través de los distintos compartimentos ambientales. Los elementos traza son aquellos cuya concentración en la corteza terrestre es igual o inferior a 1000 ppm. Muchos elementos traza son esenciales para la vida. Particularmente los metales traza pueden clasificarse entre metales pesados (densidad superior a 5 g/cm³) y ligeros (densidad < 5 g/cm³).

La actividad industrial y minera permite que estos metales contaminen las aguas, pero también se les encuentra en el aire, formando gases y/o adsorbidos a partículas fácilmente transportables por el aire y potencialmente respirables por el hombre. Bioquímicamente la acción tóxica se manifiesta por la fuerte afinidad de las formas catiónicas de estos metales por el sulfuro presente, de los grupos sulfhidrilos, presentes en las enzimas. Las enzimas son las macromoléculas encargadas de catalizar numerosas reacciones en los organismos. La contaminación con metales pesados impide que la enzima actúe normalmente y así la salud humana puede ser gravemente afectada. La toxicidad de los metales pesados depende de la especiación del metal, esto es la forma química a través de la cual ingresa al organismo. La toxicidad a una concentración determinada depende del pH y de reacciones diversas.

Cobre

Es uno de los metales más abundantes. Para muchos organismos es un micronutriente esencial. La Norma Chilena de Agua Potable 409 (Nch409) establece como concentración máxima y agua 1 mg/L. En algunos organismos los efectos tóxicos son por exposición inmediata. Todos los organismos experimentan daños debido a concentraciones excesivas; algunas algas sufren daños con niveles de concentración de 0,5 mg/L. Los efectos en animales superiores dan cuenta de daños cerebrales.

Plomo

Metal ampliamente distribuido en el aire, agua suelo y alimentos. El uso como aditivo antidetonante en la gasolina permitió que se distribuyera globalmente. Provoca alteraciones graves en la salud, aún en bajas

concentraciones, que incluyen daños cerebrales y en el sistema de formación de la sangre.

Efectos en la salud

Afecta al sistema nervioso humano y la producción de células sanguíneas, los riñones, sistema reproductor y sistema nervioso. Generalmente la exposición a la contaminación por este metal afecta al sistema nervioso y sanguíneo. Los síntomas no son muy específicos; éstos se manifiestan por palidez, vómitos, dolor abdominal, estreñimiento, apatía, estupor, inapetencia, irritabilidad y falta de coordinación muscular. Los riesgos son mayores en niños y mujeres embarazadas. En el caso de los niños, estos pueden contaminarse por ingestión de partículas y los efectos nocivos ya se verifican a niveles bajos de concentración en la sangre. En las embarazadas el plomo puede difundir a través de la placenta y afectar al feto en gestación. El plomo también puede ser causa de abortos.

La Nch409 de agua potable establece que el límite máximo de plomo en agua debe ser 0,05 mg/L.

La siguiente tabla relaciona efectos sobre la salud y niveles de concentración de plomo en la sangre:

Efectos del Plomo en la salud	Concentración de plomo en la sangre (µg/100 mL)
Preocupación por efectos fetales	10-15
Alteración en enzimas de la sangre	15-20
Deficiencias en el Coef. de Inteligencia en niños	<25
Anemia clínica en niños	40
Anemia clínica en adultos	50
Efectos reproductivos en adultos	50
Deficiencias mentales (dificultades en hablar y escritura, retardo en el desarrollo mental)	50-60
Daño cerebral irreversible	100

Arsénico

Se utiliza principalmente en pesticidas y preservantes de la madera y es responsable de cáncer a la piel y pulmonar. También se le encuentra en la fundición de cobre y otros metales, combustión del carbón. La toxicidad depende de su forma química ya que el arsénico inorgánico es mucho más tóxico que el orgánico. La exposición a arsénico en forma orgánica es principalmente a través de los alimentos. La exposición a arsénico en forma inorgánica es la más peligrosa.

Efectos en la salud

Los efectos más relevantes son el cáncer pulmonar y el cáncer a la piel por ingestión.. El cáncer pulmonar generalmente es una enfermedad ocupacional para trabajadores de fundiciones y en plantas de insecticidas. Las poblaciones cercanas a dichas industrias también pueden registrar índices elevados de contaminación por arsénico. Daños crónicos de menor riesgo son lesiones a la piel y alteraciones cardiovasculares. Formas de intoxicación aguda puede provocar alteraciones gastrointestinales graves con vómitos y diarreas. La Nch409 de agua potable establece como límite máximo 0,05 mg/l.

Bario

La forma más tóxica es el cloruro de bario. En el organismo el bario se comporta como el calcio y se deposita en los huesos. La exposición al bario es a través de los alimentos y al agua. La Nch409 lo contempla entre los elementos a controlar. Sin embargo la Environmental Protection Agency (EPA) de EE.UU. establece como límite 1 mg/L en el agua potable.

Efectos en la salud

Una vez asimilado en el organismo puede provocar contracciones musculares intensas y prolongadas afectando también al aparato digestivo y corazón. Produce efectos violentos en el movimiento intestinal,

vómitos, dolor abdominal intenso, salivación exagerada, contracciones musculares involuntarias, elevada presión sanguínea y alteraciones en la actividad cardiaca. El efecto siguiente puede ser debilidad muscular y parálisis de las extremidades y de los músculos respiratorios, pudiendo ocasionar la muerte por paro respiratorio. Los efectos tóxicos aparecen con el consumo entre 0,2-0,5 gr., siendo la dosis mortal de 1 gr. La exposición crónica de bario puede estar asociada a la contaminación del agua potable.

Mercurio

Es un metal líquido. Actúa como neurotoxina capaz de causar daños cerebrales en fetos y perturbaciones emocionales en adultos. Los mariscos pueden ser una causa de contaminación, dado que éste metal se acumula en organismos filtradores.

El mercurio líquido se evapora con facilidad dada su presión de vapor y el vapor de mercurio es más peligroso que la forma anterior pues puede ser respirado y se absorbe con facilidad en la sangre. Compuestos de mercurio inorgánicos son menos nocivos que los orgánicos. Por ejemplo el metilato de mercurio se acumula en peces y se biomagnifica en los niveles superiores de la cadena alimenticia acuática. El consumo de peces contaminados con dicho compuesto puede afectar al cerebro del feto en gestación. La llamada enfermedad de Minamata (Japón) es resultado de la contaminación con mercurio de ésta bahía japonesa con graves efectos sobre los pescadores.

El mercurio tiende a distribuirse en las zonas cercanas a las minas, fundiciones, incineradores de desechos sólidos y plantas generadoras que utilizan combustibles fósiles.

Efectos en la salud

Los efectos tóxicos dependen de la forma química. La inhalación de vapores de mercurio puede afectar el sistema nervioso provocando pérdida de la memoria, temblores, inestabilidad emocional, insomnio,

inapetencia. El metilato de mercurio es la forma a la cual prácticamente todos los seres humanos están expuestos. Toxicidad leve se manifiesta en visión borrosa y cosquilleo. Presentan estados de latencia de semanas o meses y los casos graves derivan en disminución de la visión y audición, desórdenes en el habla, movimientos temblorosos, demencia y muerte. Los fetos y la niñez son las etapas más sensibles a la intoxicación con este compuesto. Exposiciones graves producen efectos en el desarrollo motor y mental. La Nch409 establece 0,001 mg/L como límite máximo de concentración en agua potable.

Estroncio

Generalmente se detecta el estroncio-90, isótopo radiactivo del estroncio. Químicamente es muy similar al calcio y tiende a sustituir al calcio en los huesos donde puede inducir cáncer. Las principales fuentes son el armamento nuclear y los reactores nucleares. El estroncio-90 emite partículas beta con una vida media de 28 años.

Efectos en la salud

El principal efecto es el cáncer a los huesos, también puede producir leucemia y otras formas de cáncer asociados a la médula ósea. La Nch409 establece como límite máximo de concentración 10,00 pCi/L en agua potable.

V. Casos Emblemáticos de Tranques de Relaves

Mina Cerro Negro, el último episodio

La falta de fiscalización a los tranques de relave y el perjuicio a otras actividades productivas se hizo visible el pasado 3 de octubre, al producirse un grave accidente en la mina Cerro Negro, ubicada en Cabildo, a 50 kilómetros al este de La Ligua, en la región de Valparaíso. Sorpresivamente, se desprendió la pared de contención del quinto sector del tranque, que contenía 300 mil toneladas de material rocoso particulado,

producto del procesamiento de las faenas mineras de producción de cobre.

Unas 50 mil toneladas de material escurrieron por las quebradas en un tramo de más de 10 kilómetros hacia el valle del sector de Guayacán, hasta llegar a las aguas del estero Los Angeles, que provee agua a los diferentes predios agrícolas de la zona y desemboca en el caudal del río La Ligua. Para contrarrestar los efectos del derrame, se iniciaron de inmediato trabajos de movimiento de tierra y la construcción de cuatro pozos con maquinaria pesada, para que el material escurrido se deposite allí.

Ante la sospecha de que la contaminación se hubiera extendido, se dispuso la prohibición de uso de agua proveniente de napas y esteros en los sectores rurales poblados de Guayacán. La Puerta y La Vega. Lo grave es que los agricultores temen perder la siembra de la temporada, debido a la falta de riego. También están sufriendo de manera directa los animales en crianza, ya que se trata de una zona eminentemente ganadera. Unos mil habitantes de los sectores afectados quedaron sin agua para consumo y uso personal, situación que fue parcialmente paliada con la distribución a través de camiones aljibes proporcionados por la Municipalidad local.

La Compañía Minera Cerro Negro afirmó que el relave no se usaba desde hace dos años. Sernageomin, en tanto, afirmó que el tranque estuvo en operaciones desde 1972, para lo cual contaba con la Resolución Sectorial Aprobatoria para Operación N° 135 de 19 de julio del mismo año, cumpliendo con su vida útil en el año 1990. Por lo anterior, al momento del accidente el relave se encontraba en condiciones de no operación y sin ningún aviso de reanudación ni autorizaciones para ello. Vecinos de Cabildo y especialmente de los sectores afectados, dijeron no comprender por qué las autoridades del Sernageomin y de la Salud no han exigido a la Minera Cerro Negro el manejo adecuado del relave. Esto demuestra las lamentables condiciones de fiscalización con que cuenta el sistema, pues resulta increíble que el tranque de Cerro Negro haya podido funcionar 10 años sin permisos y a sabiendas de toda la comunidad de Cabildo.

En este caso específico, el relave derramado contenía restos de al menos cinco minerales, entre ellos cadmio y metales pesados. De allí el riesgo de contaminación que produce al deslizarse por los valles y mezclarse con las aguas para beber y regar.

Minera Las Cenizas, el otro dolor de cabeza de Cabildo

Además, en Cabildo éste no es el único relave que se considera peligroso. En 1981, durante los temporales de invierno, las aguas lluvias arrastraron relave de la Minera Las Cenizas hasta el sector de Quimquimo, hasta al borde mismo de la Carretera 5 Norte. En esa ocasión los problemas no pasaron a mayores, pero toda la zona por donde pasó el barro arrastrado por las aguas lluvias, quedó cubierta de sedimentación mineral que de algún modo afectó a la producción agrícola. Además, este mineral se encuentra ubicado en pleno corazón de la ciudad, en medio del barrio residencial.

Hace diez años, la Compañía Las Cenizas intentó habilitar un nuevo relave porque el que se encuentra al interior del recinto minero ya estaba completando su máxima capacidad. Inicialmente, la compañía intentó habilitar otro relave al interior del mismo recinto, pero fueron los propios trabajadores quienes se opusieron por el peligro para el desarrollo de sus faenas.

Posteriormente, se propuso habilitar su nuevo relave en el sector rural Chinchorro, pero esta vez fue la oposición de los productores agrícolas el impedimento, debido a la eventual contaminación de sus tierras.

Ante estas situaciones, Las Cenizas no volvió a insistir y continúa acumulando todos los desechos minerales en el relave que por 1994 ya se consideraba en vías de saturación. Según las estimaciones de los dirigentes locales, el relave en uso ya debe estar muy sobrepasado en su capacidad máxima, sin que hasta el momento Sernageomin, la Municipalidad o los servicios de Salud hayan tomado medidas. Si ocurriera un derrame, millares de toneladas de barro se precipitarían sobre las poblaciones y, además, afectaría a las localidades agrícolas ubicadas hacia La Ligua, como Peña Blanca e Higueras.

Pelambres, las fallas del SEIA en perjuicio de la comunidad

Uno de los casos más emblemáticos y elocuentes respecto al marco en que operan los tranques de relaves ocurre en las localidades de Chillepín y Salamanca, en la región de Coquimbo. Aquí se emplaza la minera Pelambres, de propiedad del grupo Luksic desde 1985. El yacimiento se encuentra a 3 mil 200 metros de altura y en él se realiza explotación de cobre fino a tajo abierto, cuyo principal destino es el mercado asiático.

En la mina se inició en 1992 la explotación subterránea, estimándose que existían cerca de mil millones de toneladas de mineral aseguradas. Sin embargo, el aumento de la producción y de los desechos hizo que la empresa agregara dos tranques de relave al que había construido originalmente, hecho que ha provocado un serio conflicto ambiental con las comunidades aledañas.

La localidad de Chillepín, en Salamanca, será el escenario de las nuevas construcciones, cada una de 176 metros de alto y con una capacidad de 302,8 millones de toneladas, estimándose una vida útil de 10 años. El que ya existía, ubicado sobre la población de Cuncumén- proyectado para 8 años de vida útil-, fue superado, razón por la cual la empresa pretende adelantar la construcción de los tranques restantes, proyectados inicialmente para el 2007 y 2017.

Según el Frente de Defensa del Valle del Choapa, organización creada por los habitantes del lugar para hacer frente al grupo Luksic, hubo irregularidades en la autorización ambiental otorgada a la empresa en 1997. Según informaron, el permiso fue otorgado sin que se considerase a los pobladores de Chillepín, los directamente afectados, en el proceso de participación ciudadana obligatorio para estos casos. Además, el permiso estipulaba una producción diaria de 85 mil toneladas, en circunstancias que, en la actualidad, la cifra llega a 110 mil. Incluso, por esta causa, la minera recibió una multa de la Conama regional.

Los márgenes de libertad que ha tenido Pelambres quedan en evidencia al constatar que, luego de producir

por largo tiempo más allá de lo permitido, presentaron una Declaración de Impacto Ambiental para que les autorizaran algo que ya hacían de facto. La CONAMA regional respondió positivamente, a pesar de que los vecinos y organizaciones civiles sostuvieron que lo que corresponde es la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental, cuyas características hacen más viable la fiscalización y la participación ciudadana.

El complejo industrial actualmente consiste en una mina a rajo abierto, un tranque de relave y un ducto que va hasta un terminal marítimo en Los Vilos. Ante la inminente construcción de los otros dos tranques sobre Chillepín, los vecinos acusan al actual intendente, Felipe del Río, de no haber dado curso a solicitudes formales de revocación del permiso, presentadas ante la Conama regional.

El problema ambiental de Minera Los Pelambres se traduce en hechos inauditos en la zona. El tranque está a un kilómetro de los poblados y cuando hay crecidas, sus habitantes deben dormir fuera de sus casas y hacer guardias de vigilia. Además, la escuela de la zona es la más afectada, porque está a un costado de la quebrada en que se ubica el tranque y, cuando hay viento, se llena del polvo de las faenas mineras.

La autoridad ambiental tiene el deber constitucional de proteger y promover el derecho de igualdad ante la ley y el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. En este caso resultan preocupantes los procedimientos ante una situación que afecta directamente a las personas. Una vez más, se cuestiona la efectividad del proceso de participación ciudadana que realiza la Conama, y, una vez más, se denuncia que en cuanto a permisos ambientales se privilegian los intereses de grupos económicos, por sobre los de la comunidad. La situación se ve agravada por el desinterés de la autoridad en responder a los reclamos formales de las personas afectadas.

Todo indica que se debiera reevaluar el proceso de aprobación ambiental al funcionamiento de esta minera. En un ámbito más general, es válido estudiar si la

legislación actual es capaz de conciliar adecuadamente el funcionamiento de actividades productivas y la salud y el derecho a un medio ambiente limpio de las comunidades aledañas.

El caso de la Minera Cobrex

En la Cuarta Región, la eficacia de las medidas tomadas por Sernageomin quedó nuevamente cuestionada con el caso de la minera Cobrex, que provocó dos graves emergencias el año 2002 a pesar de que este organismo les había prohibido ocupar los tranques. En septiembre, el tranque de relaves Talcuna 1 de la Minera, ubicada a 40 kilómetros de La Serena en la quebrada de Marquesa, valle del Elqui, sucumbió y provocó un derrame de ocho mil metros cúbicos de relave al río Elqui. Como consecuencia, se produjo una reacción de los habitantes de La Serena que agotó en pocas horas el Stock de agua mineral de la ciudad.

Lo increíble de la situación es que el tranque de Cobrex había sido cerrado por Sernageomin dos meses antes, en julio. Los efectos de la contaminación del cauce del río Elqui tuvieron efectos en los cultivos, aunque los canales fueron cerrados antes que un gran volumen de agua supuestamente contaminada alcanzara a ingresar a las superficies sembradas. Se comprobó contaminación de cobre, hierro y manganeso en cantidades muy superiores a las permitidas para el consumo humano.

Como si esto no bastara, a principios de noviembre – dos meses después- volvió a producirse un nuevo derrame sobre el río Elqui, que esta vez puso en peligro las instalaciones de la Empresa Sanitaria de Coquimbo, ESSCO. Producto de la turbiedad y contaminación del agua, las autoridades de la compañía determinaron, por precaución, cerrar la planta de tratamiento en La Serena y comenzar a operar con 20 pozos de aguas subterráneas, con lo que pudieron entregar un promedio normal de 900 litros por segundo de agua potable, para abastecer a la población de la Cuarta Región. Para disculparse esta vez, los ejecutivos de Cobrex acusaron haber sido víctimas de un atentado dinamitero.

Esta situación demuestra que la falta de recursos fiscalizadores de Sernageomin, que eviten que sus dictámenes sean letra muerta, pueden afectar la salud y la vida de los habitantes, además de poner en peligro a otras actividades productivas de la zona.

VI. Conclusiones

A pesar de la gran tradición minera de Chile, la preocupación por los efectos mineros post-operacionales y por los impactos ambientales causados por los tranques de relave ha sido postergada. Nuestro país cuenta con una legislación específica para tranques de relave, sin embargo, ésta más bien tiene que ver con las características técnicas de diseño, construcción y operación de los tranques, dejando de lado aspectos específicos relativos al manejo ambiental. Todavía estamos a la espera de normativas tan importantes como el Reglamento de Residuos Peligrosos y la Guía de Cierre de Faenas Mineras, que permitirán tener un mayor control sobre los relaves y sobre el pasivo ambiental que va dejando la actividad minera.

En lo económico, la sobreutilización de los recursos mineros ha generado enormes costos económicos que no han sido considerados dentro de las políticas de

gestión y control de la actividad. El excesivo uso de agua con los costos alternativos que produce, los costos de agotamiento del recurso y los gastos que puede significar la mala gestión de los relaves, son sólo algunos de los aspectos que se deben tomar en consideración a la hora de evaluar la magnitud de un proyecto minero.

Los últimos acontecimientos producidos en el país, han demostrado que el crecimiento económico y el boom de la actividad minera, durante los años noventa, ha sobrepasado la capacidad de las autoridades de controlar eficientemente los impactos y perjuicios que genera la minería sobre el medio ambiente. Estos efectos, además, inciden en las actividades económicas que se desarrollan en zonas aledañas.

Las falencias además se ven con toda claridad al revisar algunos casos emblemáticos. En ellos se aprecia que el Sernageomin, si bien toma medidas y establece sanciones, no tiene ninguna incidencia en la realidad, puesto que sus reducidas herramientas de fiscalización son el caldo de cultivo para el incumplimiento de las resoluciones por parte de las empresas.

VII. Bibliografía y Páginas Web

Bibliografía

- Tratamiento Normativo de la Fase Minera Post Operacional en los Países Mineros Latinoamericanos y la Planificación del Cierre. Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. Noviembre 1999.
- **Los Problemas Ambientales derivados de la Actividad Industrial: El caso de Minería Metalica.** Universidad Católica de Chile.
- Análisis de Planes de Cierre de Faenas Mineras. Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Chile. Marzo 2001.
- Departamento de Ingeniería Civil Universidad de Chile (2002). **Propuesta para regular las Emisiones de Riles desde Depositos de Relaves.**, División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente.
- Ibáñez, Ciro. (2003). **El Cobre y su Inserción en el Mundo: ¿Como cobrar el Sueldo de Chile?**. TERRAM Publicaciones
- Ejemplar Ambiente y Desarrollo. Vol. XVII- N° I. Marzo 2001
- Borregaard, Nicola.(2001) . **Valoración económica del los impactos Ambientales de la minería Chilena.** Revista Ambiente y Desarrollo. CIPMA Vol.XVII-Nº1 pp. 50 – 58

Páginas Web

- Emol, www.emol.com
- Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales, www.olca.cl
- Zona Impacto, www.zonaimpacto.cl

Otras Publicaciones de Fundación Terram

ADC-5S	A la Espera de los Cambios Sociales, 08-2002
ADC-5MA	Santiago, Una Ciudad que se Ahoga entre el Smog, la Basura y las Inundaciones, 08-2002
ADC-6MA	La Expansión Urbana de Santiago vs. el Plan de Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana, 10-2002
APP-6	El Tratado de Libre Comercio entre Chile y Estados Unidos: Mitos y Realidades, 02-2002
APP-7	El Aluminio en el Mundo, 04-2002
APP-8	MegaProyecto Alumysa, 04-2002
APP-9	El Fracaso de la Política Fiscal de la Concertación, 04-2002
APP-10	De Pescadores a Cultivadores del Mar: Salmonicultura en Chile, 06-2002
APP-11	La Privatización de los Recursos del Mar, 08-2002
APP-12	Crecimiento Infinito: el mito de la salmonicultura en Chile, 08-2002
APP-13	Informe Zaldívar: El Conflicto de Interés en la Ley de Pesca, 12-2002
APP-14	Minera Disputada de Las Condes: El Despojo a un País de sus Riquezas Básicas, 12-2002
APP-15	TLC con Estados Unidos: Neoliberalismo sin Retorno, 03-2003
APP-16	Impacto Ambiental de la Salmonicultura: La Situación en la Xª Región de los Lagos, 06-2002
APP-17	Antibióticos y Acuicultura: Un análisis de sus potenciales impactos para el Medio Ambiente, la salud humana y animal en Chile, 04-2003
APP-18	Opinión sobre la Ley de Bosque Nativo: Aspectos Económicos, 08-2003
APP-19	TLC Chile- Estados Unidos: Por un Debate Necesario, 08-2003
APP-20	El Aporte de la Minería a la Economía Chilena, 10-2003
APP-21	TLC Un análisis del Capítulo de Inversiones: Las Restricciones a la Política Pública, 10-2003
APP-22	Impactos Ambientales del Escape de Solmónidos, 11-2003
EDS-1	Del Bosque a la Ciudad: ¿Progreso?, 03-2002
EDS-2	Domar el capitalismo extremo no es tarea fácil, 11-2002
ICS-4	Desde la Perspectiva de la Sustentabilidad: Superávit Estructural, Regla para la Recesión 05-2002
IPE-1	Una Arteria sobre un Parque, 03-2002
IPE-2	Dónde habrá más basura: ¿En los Rellenos Sanitarios o en su Proceso de Licitación?, 06-2002
IR-2000	Informe de Recursos 2000
IR-2001	Informe de Recursos 2001
RPP-1	La Ineficiencia de la Salmonicultura en Chile: Aspectos sociales, económicos y ambientales, 07-2000
RPP-2	El Valor de la Biodiversidad en Chile: Aspectos económicos, ambientales y legales, 09-2000
RPP-3	Salmonicultura en Chile: Desarrollo, Proyecciones e Impacto, 11-2001
RPP-4	Impacto Ambiental de la Acuicultura: El Estado de la Investigación en Chile y en el Mundo, 12-2001
RPP-5	El Bosque Nativo de Chile: Situación Actual y Proyecciones, 04-2002
RPP-6	Exitos y fracasos en la Defensa Jurídica del Medio Ambiente, 07-2002
RPP-7	Determinación del Nuevo Umbral de la Pobreza en Chile, 07-2002
RPP-8	De la Harina de Pescado al "Salmón Valley", 08-2002
RPP-9	Legislación e Institucionalidad para la Gestión de las Aguas, 08-2002
RPP-10	Megaproyecto Camino Costero Sur ¿Inversión Fiscal al Servicio de Quién?, 11-2002
RPP-11	Evaluación Social del Parque Pumalín, 12-2002
RPP-12	El Estado de las Aguas Terrestres en Chile: cursos y aguas subterráneas, 12-2002
English	
PPS-1	The Value of Chilean Biodiversity: Economic, environmental and legal considerations, 05-2001
PPS-2	The Free Trade Agreement between Chile and the USA: Myths and Reality, 03-2002

Escuche nuestro programa radial "Archivos del Subdesarrollo", todos los lunes a las 19:00 horas en Radio Universidad de Chile, 102.5 F.M.

Fundación Terram es una Organización No-Gubernamental, sin fines de lucro, creada con el propósito de generar una propuesta de desarrollo sustentable en el país. Con este objetivo, Terram se ha puesto como tarea fundamental construir reflexión, capacidad crítica y proposiciones que estimulen la indispensable renovación del pensamiento político, social y económico del país.

Para pedir más información o aportar su opinión se puede comunicar con Fundación Terram:

Fundación Terram

General Bustamante 24, piso 5, Of. I,

Providencia, Santiago, Chile

Página Web: www.terram.cl

comunicaciones@terram.cl

Teléfono (56) (2) 269-4499

Fax: (56) (2) 269-9244