
recursos naturales e infraestructura

Buenas prácticas en la
Industria minera: el caso del
Grupo Peñoles en México

Eduardo Chaparro A.



División de Recursos Naturales e Infraestructura



Santiago de Chile, mayo de 2007

Este documento fue preparado por Eduardo Chaparro, Oficial de Asuntos Económicos de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con la participación de René Salgado de la misma División.

Agradecemos el apoyo brindado por Industrias Peñoles, a través de su Director General el Ing. Jaime Lomelín, del Ing. Camilo Valdez Abrego, del Dr. Mario V. Huerta Huitzil y de la Lic. Guadalupe García Ríos.

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

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN impreso 1680-9017

ISSN electrónico 1680-9025

ISBN: 978-92-1-323077-0-

LC/L.2745-P

N° de venta: S.06.II.G.81

Copyright © Naciones Unidas, mayo de 2007. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

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

Índice

Resumen	5
Introducción	7
A. Certificación	13
II. Impactos de la minería y manejo de riesgos	19
A. Impactos generales de la minería	19
B. Gestión de residuos industriales líquidos mineros y buenas prácticas.....	23
III. El caso de Grupo Peñoles en México	29
A. Met-Mex Peñoles	30
B. Met-Mex Peñoles: actividad empresarial, manejo ambiental y relación con la comunidad.....	31
C. Plan de acción en Met-Mex.....	34
IV. Buenas prácticas en la industria minera	41
A. Planta de tratamiento de aguas residuales de Met-Mex	41
B. Los recursos hídricos en México.....	42
C. La situación del agua en la región de La Laguna.....	43
D. Manejo del agua en Met-Mex Peñoles	45
E. Planta de tratamiento de aguas residuales	45
F. Unidad Francisco I. Madero.....	48
G. La mina Proaño y la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).....	51
V. Conclusiones	55
Bibliografía	57
Anexos	59
Anexo 1 La evolución del concepto de desarrollo sustentable ...	61
Serie recursos naturales e infraestructura: números publicados	63

Índice de cuadros

Cuadro 1	Valores promedio del agua de entrada y salida	47
Cuadro 2	Parámetros de control para el agua de la planta en la unidad Francisco I. Madero...	50
Cuadro 3	Inventario de flora común	52
Cuadro 3	Inventario de fauna común.....	53

Índice de recuadros

Recuadro 1	Principios del Ecuador, panorama general.....	9
Recuadro 2	Factores de éxito en la certificación independiente por terceros de la industria pesquera y forestal australiana.....	14
Recuadro 3	Perú: compromisos previos con el desarrollo sustentable	16
Recuadro 4	“Insólito: legisladores santacruceños analizan prohibir la minería, otra provincia prohibiría a las mineras usar cianuro”	26
Recuadro 5	Algunos datos adicionales del caso Torreón.....	36

Índice de mapas

Mapa 1	Comarca Lagunera	44
--------	------------------------	----

Índice de gráficos

Gráfico 1	Relación de consumo de agua de pozo y agua tratada para procesos en Met-Mex Peñoles, S.A. de C.V.....	45
-----------	---	----

Índice de diagramas

Diagrama 1	Flujo de residuos líquidos en plantas concentradoras de minerales	24
Diagrama 2	Tren de tratamiento general	47

Resumen

El presente documento da cuenta de la manera como la industria minera responde hoy a los repetidos cuestionamientos que desde hace algunos años se han dado a la explotación de minerales en el continente americano. Pese a la poca difusión que han tenido las respuestas que esta industria ha dado a la preocupación colectiva por un ambiente sano y por prácticas consideradas opuestas a los nuevos esquemas y paradigmas ambientales, sociales y económicos, abundan los ejemplos de cómo esta actividad, insustituible en el panorama económico continental, ha reaccionado, para adoptar normas y códigos de conducta que responden a los temores del público, a las nuevas normas ambientales y a los dictados éticos de conceptos como “cierre de minas”, “responsabilidad social corporativa” y “comunidades sustentables”

“El caso de Grupo Peñoles en México” presenta el ayer y el hoy de una importante empresa industrial mexicana que se enfrentó a los efectos acumulados de su ejercicio económico con decisión, y la manera en que asumió la tarea de insertar su trabajo en el marco del desarrollo sustentable. A partir del reconocimiento de hechos evidentes en un caso con notorio impacto en la comunidad —la contaminación por plomo en la ciudad de Torreón— Grupo Peñoles emprendió la implantación de soluciones y el compromiso corporativo de continuar los trabajos en marcha —y de iniciar nuevas actividades mineras— conforme a las denominadas “buenas prácticas mineras”. Este concepto incluye la participación de la comunidad y la vinculación de la industria con la población, el cuidado del ambiente y la creación de nuevas oportunidades de desarrollo.

En el documento se describen los avances que en esta materia se han hecho en distintos países como Chile, Colombia, España y Perú, y las aproximaciones a los problemas ambientales desde la óptica de las instituciones financieras. Entre otros aspectos novedosos, se menciona la verificación independiente de los procesos de control y vigilancia, a cargo de terceros, para determinar los efectos que tiene la extracción de recursos en Australia.

I. Introducción

En todo el mundo, la industria minera es uno de los sectores económicos más cuestionados por ser uno de los principales causantes del deterioro ambiental. La esencia misma de la actividad obliga al ciudadano normal a cuestionar su validez, dado que las huellas son extremadamente visibles: grandes excavaciones, procesos de subsidencia, contaminación de acuíferos y destrucción de suelos.

Cabe considerar que el concepto de “desarrollo sustentable” es dinámico y que quizás, como pocos, ha evolucionado de manera acelerada. Lo mismo sucede con la actitud de las comunidades y de los ciudadanos de todos los países. Hoy son muy pocos los que se muestran indolentes frente a los problemas generados por comportamientos irresponsables con el ambiente, es decir, con malas prácticas industriales que conducen a la degradación del entorno.

Este proceso ha variado desde las investigaciones realizadas para determinar la incidencia de plaguicidas agrícolas en áreas de toxicología, ecología y epidemiología (Rachel Carson en *The Silent Spring* (1962), hasta el surgimiento del concepto de Desarrollo Sustentable (DS) propuesto en *Nuestro futuro común* o en el *Informe Brundtland* de las Naciones Unidas (1987).

La discusión de asuntos y temas ambientales suele dejar de lado los conceptos fundamentales relativos al desarrollo sustentable, lo cual ha generado un proceso de desinformación que confunde al público e introduce una visión errada sobre la industria y la protección del ambiente

En esta discusión participan organismos públicos, técnicos, científicos, políticos, ciudadanos comunes, organizaciones sociales —ya sean partidos políticos, organismos no gubernamentales, sindicatos o grupos de estudio— interesados en proteger el entorno y hacer uso de uno de los nuevos derechos que les confieren las constituciones: el derecho a un ambiente sano.

Algunos ejemplos de esas expresiones sociales vinculadas con la defensa, protección y promoción de un ambiente sano se recogen en Cárdenas y Chaparro, 2004, con ejemplos tales como *The Club of Rome 4* (1968, 1972), *Friends of the Earth* (Amigos de la Tierra, 1969), *Environmental Protection Agency 6* (EPA, 1969), Greenpeace (1971). Estos autores mencionan cómo “En Latinoamérica, durante la década pasada, el sector público vio cómo emergieron bajo distintas formas administrativas los ministerios y agencia ambientales tales como el Ministerio del Medio Ambiente en Colombia y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) en Chile.”

El movimiento ambientalista se inicia a partir del decenio de 1960, cuando se hace evidente la necesidad de adoptar una actitud conservacionista con relación a los recursos del planeta para prevenir una crisis ambiental global. Durante ese periodo, los movimientos tenían como fin primordial proteger el ambiente de la degradación, preservar la diversidad biológica, cultural y étnica, y estudiar la incidencia del crecimiento poblacional en la generación de impactos ambientales. Su evolución, así como los hitos más importantes en el desarrollo del concepto de sustentabilidad, aparecen resumidos en el Anexo N°. 1 de este documento.

Conviene recordar la definición de desarrollo sustentable que propone la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo: “Asegurar que las necesidades actuales se satisfagan sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. El desarrollo sustentable no es un estado de armonía fijo, es un proceso que cambia según la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones económicas, la orientación del desarrollo tecnológico y los cambios institucionales consistentes con las necesidades futuras y las presentes”.

Cabe mencionar que la primera parte de ese breve texto se menciona constantemente, mas no así la segunda, que hace alusión a la dinámica de los cambios tecnológicos e institucionales y desmitifica la supuesta rigidez del concepto. Desde luego, esto no significa que se apele a la mencionada movilidad para depredar el ambiente.

Una aproximación sensata, factible y realista tiene en cuenta que cualquier actividad productiva, incluso el hecho de respirar, produce residuos, emisiones y vertimientos, y afecta el paisaje y a la comunidad. Lo anterior condiciona las actividades, dependiendo del impacto que causen en el entorno y la comunidad.

Conforme a esta perspectiva, deberá buscarse reducir dicho impacto en el medio. Implantar prácticas productivas coherentes con el concepto de sustentabilidad exige, más que nada, cambios en la disposición de las personas y en la organización de las operaciones. Por ello, las buenas prácticas pueden implantarse rápidamente y con una baja inversión. Deberán aplicarse normas técnicas basadas en recomendaciones prácticas que busquen la eficiencia ambiental del sector productivo.

En la actualidad, toda la industria, y principalmente la minera, ha asumido como propia esta idea de desarrollo. Su respuesta se manifiesta en la presentación de informes sobre los valores económicos, sociales y ambientales que la industria en cuestión aporta o destruye. Esto sucedió, en particular, luego de la publicación de los resultados del Proyecto MMSD y de la suscripción de la Declaración de Toronto, actividades promovidas por la Global Mining Initiative, (véase <http://www.icmm.com/gmi.phppromovid>).

A su vez, los sectores financieros internacionales se preocupan por temas tales como los derechos humanos y la protección del ambiente; en particular, que las inversiones sean “sustentables” y contribuyan de manera evidente a la sustentabilidad. Incluso se ha generado un movimiento voluntario que reúne a las instituciones multilaterales y organizaciones bancarias más

importantes. El mercado financiero también ha mostrado interés en la ecoeficiencia, la ética en los negocios, la responsabilidad social corporativa y los derechos humanos, entre otros temas que conforman la Agenda del Desarrollo Sustentable. Organismos como el Banco Mundial han propuesto iniciativas específicas para promover este concepto; quizás el más conocido y divulgado sea el de los Principios de Ecuador (véase recuadro 1).

Recuadro 1

PRINCIPIOS DE ECUADOR.PANORAMA GENERAL

“Veintiséis instituciones financieras han hecho suyos los "Principios de Ecuador", una serie de directrices que se adoptan de manera voluntaria en función de las políticas de la CFI para asegurar que los temas sociales y ambientales reciban plena atención en el negocio de financiamiento de los proyectos de dicha institución.

- Según estos principios, sólo se otorga financiamiento a los proyectos cuyos patrocinadores puedan demostrar que se gestionarán con responsabilidad social y ambiental, de acuerdo con los Principios de Ecuador.

- De 10 bancos que hace un año habían adoptado los principios, se ha llegado ya a 40, ímpetu que demuestra que estos principios se han convertido en el nuevo estándar en materia de financiamiento de proyectos. De hecho, para tener éxito en la tramitación del financiamiento de un proyecto, hoy día es casi esencial cumplir con los Principios de Ecuador.

- La CFI ofrece capacitación a los bancos que se adhieren a los Principios de Ecuador respecto de sus políticas y procedimientos, de modo que ya ha capacitado directamente a casi 400 personas de 13 bancos a través de este programa. La CFI también ofrece guiar a los bancos sobre asuntos generales, cuando así se lo requieren, y asesorarlos cuando corresponda.

- Estos Principios reflejan la medida en que la industria bancaria ha dejado de concebir los temas ambientales y sociales como un riesgo de negocio. Los bancos que son competidores han acordado no competir en materia social ni ambiental.

- La CFI está actualizando sus Políticas de Salvaguarda. Los bancos que se adhieren a los Principios de Ecuador y que utilizan estas políticas son partes interesadas de gran importancia y la CFI consultará su parecer durante su periodo formal de consulta para definir las Políticas de Salvaguarda.”

Fuente:http://www.bancomundial.org/temas/resenas/principios_ecuador.htm(2006-03-02).

No menos importante es la continua labor de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en este campo. Fruto del trabajo concertado con los países es la adopción, en 1976, del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, documento que fue adoptado y presentado para firma, ratificación y adhesión por la Asamblea General en su resolución 2200 A (XXI), del 16 de diciembre de 1966, y que entró en vigor el 3 de enero de 1976, de conformidad con el artículo 27.

Este pacto es uno de los primeros textos en establecer el vínculo entre los derechos humanos clásicos, reconocidos por la Carta de las Naciones Unidas y por la Declaración Universal de 1948, y el concepto de desarrollo. Si bien, tal como lo precisa Artigas (2001) : “... la terminología del Pacto no incorpora la expresión ‘derecho al desarrollo’, sí insta a los Estados a ‘favorecer el bienestar general’ (Art. 4), a ‘asegurar un desarrollo económico, social y cultural permanente y un empleo productivo’ (artículo 6, párrafo 2) y enumera igualmente una serie de derechos relativos al trabajo, a la salud, la educación, entre otros, los que se consideran inherentes a la dignidad del hombre y que tienen un vínculo indiscutible con la noción de Derecho al Desarrollo”. La expresión “derecho al desarrollo” se incorporó efectivamente al lenguaje de las Naciones Unidas el 21 de febrero de 1977, cuando la Comisión de Derechos Humanos solicitó al Secretario General un estudio sobre “las dimensiones regionales y nacionales del derecho al desarrollo como un derecho humano”.

Poco después, la Comisión dio un paso aún más importante al reafirmar que “el derecho al desarrollo es un derecho humano y que la igualdad de oportunidades en materia de desarrollo es una prerrogativa tanto de las naciones como de los individuos que las componen”. Este concepto fue el que inspiró la resolución 34/46 del 23 de noviembre de 1979, sobre la cual la Asamblea General declaró que “el derecho al desarrollo es un derecho humano inalienable”, dándole un reconocimiento oficial y solemne. Por iniciativa de la Comisión de Derechos Humanos y del Consejo Económico y Social, en mayo de 1981 se creó un grupo de trabajo cuya misión era estudiar el alcance y contenido del derecho al desarrollo. El grupo trabajó durante cuatro años y en 1985 sometió a consideración de la Comisión un texto que finalmente derivó en la “Declaración sobre el Derecho al Desarrollo”, adoptada por la Asamblea General bajo la resolución 41/128 del 4 de diciembre de 1986.

Otro fundamento del derecho al desarrollo es el Principio de Equidad, en razón no sólo de las funciones que tradicionalmente se reconocen a la equidad en el derecho internacional sino, sobre todo, en razón del lugar eminente que ésta ocupa en las relaciones económicas internacionales. A ese respecto, cabe recordar la conclusión de la Corte Internacional de Justicia en la Controversia de Libia y Túnez por la Plataforma Continental (CIJ, Recueil 1882, p. 60), según la cual “la noción jurídica de equidad es un principio general de derecho aplicable en tanto que el Derecho y la Corte “deben aplicar los principios de equidad como parte integrante del derecho internacional y evaluar seriamente las diversas consideraciones que ella juzgue pertinentes.”

El debate sobre los fundamentos del derecho al desarrollo está lejos de cerrarse, entre otras cosas, porque se encuentra en la confluencia de valores éticos, de datos económicos, de creencias ideológicas y de principios jurídicos; por ello es natural que su perfil jurídico sea difícilmente asible.

No se puede olvidar que la declaración del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales ante la Tercera Conferencia Ministerial de la Organización Mundial de Comercio efectuada en Seattle, en 1999, expresa que la liberalización del comercio, las finanzas y las inversiones no necesariamente crea un ambiente favorable para la realización de los derechos económicos, sociales y culturales. Agrega el documento que la liberalización del comercio debe ser entendida como un medio y no como un fin, ya que el fin es el bienestar humano al que los instrumentos internacionales de derechos humanos dan expresión jurídica.

Ese texto recuerda que en la Conferencia Mundial de Derechos Humanos, celebrada en 1993 en Viena, 171 estados declararon que la promoción y protección de los derechos humanos son la primera responsabilidad de los gobiernos. Conviene tener en cuenta que los comentarios del Comité del Pacto sobre el derecho al “mayor estándar posible de salud” consideran que el derecho a la salud, según se define en el artículo 12.1 del Pacto, es un derecho incluyente que se extiende no solamente al cuidado oportuno y apropiado de la misma sino también a determinantes de la salud, tales como el acceso al agua potable y saneamiento; una alimentación exenta de riesgos; nutrición y vivienda; condiciones ocupacionales saludables y acceso a la educación e información relativa a la salud, incluyendo salud sexual y reproductiva.

Hablar hoy de desarrollo sustentable involucra una multiplicidad de temas relativos a las organizaciones industriales, ya que la visión de los distintos niveles directivos, operativos, financieros y administrativos no siempre es homogénea. La metodología conocida como el “Triple Resultado” (conocida en inglés como *Triple Bottom Line*) del desarrollo sustentable, permite obviar estos obstáculos.

Cárdenas, Chaparro, (*op.cit.*) recogen una breve descripción sobre los principios del desarrollo sustentable (Beder, 1996):

- Respeto y cuidado de las comunidades vivas: Cuidado tanto de seres vivos como de otras formas de vida en el presente y en el futuro. El desarrollo no debe alcanzarse a costa del sacrificio del desarrollo de otros grupos o generaciones.
- Mejoramiento de la calidad de vida humana: El objetivo real del desarrollo es mejorar la calidad de vida humana. Es importante resaltar que los objetivos del desarrollo de los seres humanos varía entre ellos, sin embargo existen objetivos universales como:
 - Disfrutar de una vida duradera y sana, de educación, acceso a los recursos necesarios para tener una categoría de vida aceptable, libertad política, garantía del cumplimiento de los derechos humanos, entre otros.
 - Conservar la vitalidad y diversidad del planeta Tierra: Conservar los sistemas que dan soporte a la vida, conservar la biodiversidad, asegurar que el uso de los recursos renovables sea sustentable.
 - Minimizar el agotamiento de los recursos naturales no renovables: Aunque estos recursos no pueden ser sustentables, su vida útil puede extenderse a favor de la durabilidad y la minimización del agotamiento del recurso; para esto se cuenta con prácticas de reciclaje o sustitución de recursos.
 - Considerar la capacidad de carga del planeta Tierra: No superar los límites de carga del planeta para no generar efectos negativos en las comunidades que lo habitan.
- Cambio de actitudes personales y prácticas: Adoptar la ética que respalda el desarrollo sustentable, ya que requiere de la evaluación de valores y comportamientos de las comunidades.
- Promover en las comunidades el cuidado de su propio ambiente: La mayoría de las actividades creativas y productivas tienen lugar en las comunidades, siendo éstas el medio ideal para promover actitudes entre la gente.
- Fomentar una estructura nacional para la integración del desarrollo y la conservación: Las sociedades necesitan tener acceso a la información y conocimientos base para actuar en forma congruente.
- Creación de una alianza global: Dejando a un lado la idea de autosuficiencia, es importante establecer una alianza entre países para poder proporcionar ayuda a aquellas naciones cuyo nivel de desarrollo sea inferior.

Como respuesta a las apreciaciones anteriormente citadas, los países desarrollados han implementado una serie de iniciativas para orientar a los productores y garantizar a los ciudadanos que los materiales y productos provistos por la industria se fabrican de acuerdo con las normas ambientales, y siguiendo los postulados de la sustentabilidad.

Es por ello que el concepto de las buenas prácticas ambientales cobra vigencia y, sin duda, es un referente obligado para todas las actividades extractivas en la actualidad. No obstante, cabría preguntarnos cuál es la definición de “buenas prácticas”.

Un ejemplo es el documento publicado por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales y del Ambiente, y el Instituto Nacional de Empleo de España, en colaboración con el Fondo Social Europeo, denominado “Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Familia Profesional: Minería y Primeras Transformaciones”. Esta publicación da continuidad a otra sobre sensibilización ambiental, que las mismas entidades habían preparado previamente.

La definición, que ilustra la visión europea de una buena práctica ambiental, es la siguiente: “Actuaciones individuales, tanto en la actividad profesional como en otros ámbitos vitales, realizadas a partir de criterios de respeto al medio ambiente”. Como se aprecia, esta definición subraya el carácter individual de la práctica, y su contexto es la orientación a las familias profesionales para organizar la formación ocupacional.

Esta definición subraya la responsabilidad individual frente al entorno, porque no se puede olvidar que las organizaciones están compuestas por individuos, y que éstas concuerdan con lo que piensan sus integrantes. Por ello es fácil entender que si una persona tiene el deber ético, laboral y profesional de ejecutar sus actividades en un marco de buenas prácticas, la organización a la que pertenece no sea sino el reflejo de esa actitud. Y todos sus integrantes, al margen de su nivel jerárquico y responsabilidad personal y profesional, la compartirán por igual.

Por supuesto, estas iniciativas en favor del ambiente no necesariamente parten de las autoridades, sino responden al clamor de las personas. En consecuencia, no es de extrañar —como ya se mencionó— que de la participación de los ciudadanos, informada o no, surjan iniciativas serias que cuentan con el respaldo de las empresas más grandes del mundo. Una de ellas, que merece ser estudiada, es *The Mining Certification Evaluation Project* (MCEP), que da origen a propuestas como las de la certificación independiente en el sector minero.

Estas tesis sostienen que si bien, en términos absolutos, el área directamente impactada por las actividades mineras es mínima, los efectos se extienden por ríos, acuíferos, ecosistemas, paisajes, pueblos y comunidades.

Como lo señala el MCEP en su página electrónica, los esquemas de credibilidad y eficacia de la certificación, que son la base de la investigación del proyecto, son determinantes desde tres puntos de vista:

- La gobernabilidad, que busca saber cuál es la consideración básica del esquema de certificación para el sector minero.
- La adopción de normas, que se aboca a conocer si el desarrollo de los principios y criterios para determinar la aceptación social y el comportamiento ambiental en los sitios mineros puede lograr un amplio acuerdo entre el grupo de trabajo y las expectativas de los actores interesados.
- La valoración, cuyo propósito es saber si el diseño y la ejecución del protocolo de auditoría pueden comprobar el comportamiento de los sitios mineros conforme a los criterios anteriores, de manera práctica y costeable. Asimismo, si dicho protocolo puede aplicarse en diversos entornos ecológicos, socioeconómicos y culturales, dentro y fuera de Australia.

Las siguientes son algunas de las organizaciones empresariales mineras que apoyan este proyecto: *Anglo American, BHP Billiton, MPI Mines, Newmont, Placer Dome, Rio Tinto y WMC Resources*; la asociación industrial *Minerals Council of Australia*, junto con organismos no gubernamentales tan reconocidos como *WWF, Oxfam Australia* y la *Construction Forestry Mining and Energy Union*; la oficina Gubernamental del Comisionado de Justicia Social para Aborígenes, Isleños del Estrecho de Torres, y el Departamento de Ambiente y Patrimonio del Gobierno Australiano; investigadores de la *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO) del Centro de Estudios sobre Salud y Sociedad de la Universidad de Melbourne; y las compañías *SAM Sustainable Asset Management* y *Pricewaterhouse Coopers*.

El listado anterior reviste gran importancia, debido a que demuestra varias cuestiones:

- Que es posible el diálogo entre los mineros y los actores que cuestionan las prácticas de la industria minera;
- Que la industria ha demostrado que quiere actuar de frente a la comunidad local, nacional e internacional;
- Que algunos mineros en países de América que no cuentan con el respaldo de las empresas multinacionales, muestran resistencia;
- Que las ONG pueden participar en proyectos conjuntos financiados por las empresas sin perder independencia;
- Que los ejecutivos locales de estos conglomerados internacionales deben conocer y aplicar las acciones corporativas en esta materia, es decir, desarrollar compañías en sus respectivas sedes.

Los sindicatos y los empresarios mineros de cada país no pueden olvidar que la industria extractiva provee de materias primas al mercado, al margen de que éste sea interno o internacional y, dada la globalización, quienes no practiquen los conceptos de sustentabilidad antes enunciados se arriesgan a perder competitividad.

Cabe recordar que el fenómeno de la globalización representa la “... integración más estrecha de los países y los pueblos del mundo, producida por la enorme reducción de los costos de transporte y comunicación, y el dismantelamiento de barreras artificiales a los flujos de bienes y servicios, capitales de conocimientos y (en menor grado) personas a través de las fronteras”.

Gracias a este fenómeno, hoy son posibles las campañas en internet de alcance mundial contra proyectos mineros, tal como sucede con el proyecto binacional Pascua Lama entre Argentina y Chile. Derivado de lo anterior, las comunidades preocupadas por esos impactos esperan que las autoridades tengan un mayor poder regulatorio y de control.

Países mineros por excelencia, como Australia, cuentan con una legislación como la *Environment Protection and Biodiversity Conservation Act* (1999), que fija normas y procedimientos para el cierre de minas. Asimismo, la *ANZMEC Strategic Framework for Mine Closure* se preocupa de observar los acuerdos internacionales, y el gobierno federal y los estados australianos trabajan con la industria y los organismos no gubernamentales en la preelaboración de guías metodológicas como la *Best Practice Environmental Management in Mining Program* (BPEM) (Environment Australia, 2002), tal como sucedió en España y en otros países europeos.

A. Certificación

Tal como se ha mencionado, el público se preocupa cada vez más por el comportamiento ambiental de las empresas vinculadas a las actividades de explotación de los recursos naturales, tales como la minería, la forestación y la pesca.

En el caso de la forestación y la pesca, desde principios del decenio de 1990 se desarrolló un proceso de certificación a cargo de terceros independientes, con el patrocinio del *Forest Stewardship Council*. Conforme a ese proceso, la certificación independiente tenía dos fines: el primero, de carácter ambiental y social, buscaba mejorar la gestión de recursos naturales mediante normas acordadas; el segundo, con orientación comercial, se proponía mejorar el acceso a los mercados con productos diferenciados que pudieran demostrar que eran fabricados de acuerdo con las mejores prácticas de producción. (Rae and Rouse, 2001, p.15, en: Rae *et al.*, *op. cit.*)

La certificación es un proceso mediante el cual un tercero, independiente de las partes, verifica que una compañía u organización cumpla con las condiciones fijadas por una norma de comportamiento

ambiental y social. Esa norma es, por lo general, una combinación de requerimientos y criterios prescritos que establecen un nivel mínimo de comportamiento en el sitio de producción.

El tercero independiente, quien verifica el comportamiento empresarial, suele ser una organización certificadora acreditada por quienes expidieron la norma (Rae and Rouse, 2001, p.14, en: Rae *et al.*, *op. cit.*).

Dado que el cumplimiento de la norma es voluntario, la certificación no sustituye las regulaciones legales, aunque sí las complementa. Es importante señalar que el principal objetivo del *Forest Stewardship Council Principles and Criteria for Natural Forest Management* es cumplir la ley del país sede del proyecto y respetar los acuerdos y tratados internacionales, de los cuales el país que invierte es signatario (*op. cit.*).

La industria minera australiana, que cuenta con conglomerados tan importantes como WWF Australia y *Placer Dome Asia Pacific*, desarrollaron el *Mining Certification Evaluation Project* (MCEP) con aportes financieros de *BHP Billiton*, *CSIRO*, *Newmont* y *World Mining Council*.

El Proyecto MCEP propone que un tercero independiente lleve a cabo un proceso de verificación del comportamiento ambiental y social, como un posible mecanismo de diferenciación empresarial. De esta forma, los accionistas y actores vinculados con ellas pueden tener mayor certeza sobre la actividad que realiza la empresa.

A partir de la experiencia de las industrias forestales y pesqueras, se han encontrado factores básicos que propician el éxito en el proceso de certificación. Dichos factores van más allá del simple deseo o de la eficiencia logística o financiera del programa; más bien abordan la apropiación colectiva de la idea de la certificación como un elemento esencial para tener credibilidad ante la comunidad local y el conjunto de actores. Esos factores son los que se presentan en el recuadro 2.

Recuadro 2

FACTORES DE ÉXITO EN LA CERTIFICACIÓN INDEPENDIENTE POR TERCEROS DE LA INDUSTRIA PESQUERA Y FORESTAL AUSTRALIANA

- 1.- Normas desarrolladas bajo un esquema de certificación acordado como un nivel mínimo de comportamiento en la producción, más que como un proceso.
- 2.- La norma por sí misma necesita ser desarrollada por todos los actores involucrados (*stakeholders*), con el fin de garantizar la representatividad de toda la gama de perspectivas y experiencias y asegurar su credibilidad.
- 3.- La certificación de una compañía debe ser emprendida por una organización certificadora independiente y se debe establecer un sistema para brindar una apropiada acreditación.
- 4.- Cuando se desarrollan productos para un determinado mercado, una "cadena de custodia de la auditoría" puede seguir la pista del producto desde su fuente de producción hasta el sitio en donde se vende a menudeo, asegurando al usuario final el origen de ese producto.
- 5.- Un logotipo o marca registrada puede ser usado como un sello distintivo del producto, para diferenciarlo de otros, en mercados de alta sensibilidad ambiental.

Fuente: Modificado de (Rae and Rouse, 2001, p.15, en: Rae *et al.*, *op. cit.*).

Muchos países se han preocupado del tema y han dado pasos significativos para generar normas que faciliten el proceso, como son las Guías Ambientales Sectoriales, que están vinculadas con los manuales. Aun cuando en estos casos la certificación aún no es una práctica general, al menos no es la excepción.

Perú, país minero por excelencia, tiene el liderazgo en esta materia. Otros países, como Colombia, han venido celebrando desde 1992 acuerdos de producción limpia, además de promover el desarrollo sustentable de sus sectores productivos estratégicos al incluir variables ambientales en

sus políticas, planes y programas sectoriales. Asimismo, desde 1997, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de ese país ha trabajado en la elaboración de Guías Ambientales, por lo que ahora cuenta con guías para los sectores agroindustrial y de hidrocarburos. Para el sector de hidrocarburos, por ejemplo, ha elaborado las siguientes guías:

- Programas de exploración sísmica terrestre
- Proyectos de perforación exploratoria de pozos de petróleo y gas
- Desarrollo de campo
- Transporte por ductos
- Estaciones de almacenamiento y bombeo
- Estaciones de servicio de combustible
- Estaciones de servicio ampliadas
- Distribución de gas natural domiciliario
- Caracterización de aguas del sector de hidrocarburos

También se ofrecen guías para el sector eléctrico y, por supuesto, para el minero:

- Guía minero ambiental de explotación
- Guía minero ambiental de exploración
- Guía minero ambiental de beneficio
- Guía minero ambiental de la industria del cemento
- Guía minero ambiental de minería subterránea
- Patios de acopio de carbón
- Guía ambiental de transporte de carbón
- Pequeña y mediana minería del oro
- Minería de carbón a cielo abierto
- Minería subterránea de carbón
- Materiales de construcción (canteras)
- Exploración de carbón
- Exploración minera
- Minería a cielo abierto
- Minería subterránea

Estas guías, promulgadas al amparo del Código de Minas Colombiano, fueron adoptadas por la autoridad minera con las consideraciones de iniciación mencionadas en el recuadro 3.

- Corresponde a la autoridad minera adoptar guías técnicas para adelantar los trabajos y obras en proyectos mineros; “para todas las obras y trabajos de minería adelantados por contrato de concesión o por un título de propiedad privada del subsuelo, se incluirán en su estudio, diseño, preparación y ejecución, la gestión ambiental y sus costos como elementos imprescindibles para ser aprobados y autorizados” (artículo 195 de la Ley 685 de 2001).
- En ningún caso la autoridad ambiental podrá otorgar permisos, concesiones, autorizaciones o licencias de orden ambiental, para obras y trabajos no amparados por un título minero.
- En cada “propuesta, el interesado deberá hacer la manifestación expresa de su compromiso de realizar los trabajos de exploración técnica con estricta sujeción a las guías ambientales, que para esa actividad expida la autoridad competente, en un todo aplicadas a las condiciones y características específicas del área solicitada descrita en la propuesta. En caso

de que la actividad de exploración requiera usar o aprovechar recursos naturales renovables, deberá obtener el permiso, la concesión o la autorización ambiental de la autoridad competente” (véase Ministerio de Minas y Energía de Colombia).

En Colombia, como en todo el mundo, se están promulgando, mejorando o modificando guías sobre transporte y aspectos relacionados, textiles, artes gráficas, galvanotecnia, alimentos, uso eficiente de materias primas, uso racional de energía en el sector de las pequeñas y medianas empresas, plásticos, uso de residuos y sustancias peligrosas, guías ambientales para las actividades de almacenamiento, transporte, aplicación aérea y terrestre de plaguicidas y manejo de envases y residuos de plaguicidas; almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos, uso y aprovechamiento de recursos naturales y atención a los problemas de residuos, formulación de planes de pretratamiento de efluentes industriales, gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales; selección de tecnologías de manejo integral de residuos sólidos, formulación de proyectos de protección integrada de aguas subterráneas, saneamiento y cierre de basureros a cielo abierto y rellenos sanitarios.

Lo anterior significa que las guías ambientales deben corresponder a un concepto mundial de Buenas Prácticas Ambientales o Mejores Prácticas Ambientales, es decir, son instrumentos técnicos que consolidan modelos para el mejoramiento de la gestión, el manejo y desempeño ambiental de los sectores productivos. En su elaboración han participado equipos técnicos conformados por actores institucionales —como los ministerios del ramo— institutos de investigación ambiental o sectorial, sectores productivos y la academia lo cual, además de facilitar la concertación, le da solidez a los instrumentos, como lo demostraron diversos casos exitosos replicables.

En el Perú, se han adoptado avanzadas disposiciones legales que contemplan todos estos conceptos asociados a las buenas prácticas, de acuerdo con el concepto de compromisos previos:

Recuadro 3

PERÚ: COMPROMISOS PREVIOS CON EL DESARROLLO SUSTENTABLE

- Realizar sus actividades productivas en el marco de una política que busca la excelencia ambiental.
- Actuar con respeto frente a las instituciones, autoridades, cultura y costumbres locales, para que de esta forma se mantenga una relación propicia con la población del área de influencia de la operación minera.
- Sostener un diálogo continuo y oportuno con las autoridades regionales y locales, y con la población del área de influencia de la operación minera y sus organismos representativos, dándoles información sobre sus actividades mineras.
- Lograr con las poblaciones del área de influencia de la operación minera una institucionalidad para el desarrollo local en caso de iniciar la explotación del recurso. Para tal efecto, elaborar estudios y colaborar en la creación de oportunidades de desarrollo más allá de la vida de la actividad minera.
- Fomentar preferentemente el empleo local, brindando las oportunidades de capacitación requeridas.
- Adquirir preferentemente los bienes y servicios locales para el desarrollo de las actividades mineras y la atención del personal, en condiciones razonables de calidad, oportunidad y precio, y crear mecanismos de concertación apropiados.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas del Perú. Decreto Supremo 042-EM-2003.

Es bien sabido que las actividades desarrolladas por la minería generan impactos en los medios físico, económico, social y cultural. Su magnitud depende de factores vinculados a la

dimensión de los proyectos mineros, al tipo de tecnología, a la gestión ambiental y a las políticas corporativas de las empresas.

La industria minera no es la única actividad productiva que genera alteraciones al medio ambiente. Existe información sobre instancias jurídicas y sociales —no consideradas hace unos años— que actualmente participan en las aspiraciones y quejas de las comunidades rurales y de grupos indígenas frente al deterioro ambiental.

Por ejemplo, por vez primera, el Tribunal Latinoamericano del Agua, una instancia ética, realizará una audiencia pública para exponer los daños generados al ambiente y sus efectos en la población, en seis casos ocurridos en México. “...el proyecto hidroeléctrico La Parota, presentado por el Consejo de Ejidos y Comunidades Opositores a la obra, ya que argumentan que implicaría inundar 17.300 hectáreas con una cortina de 192 metros. Los denunciados son la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Procuraduría Agraria”.

Otros casos son el derrame petrolero en el río y la playa de Coatzacoalcos, Veracruz, que afectó a 15 mil habitantes de Nanchital, por lo cual se demanda a Pemex; la contaminación por descargas orgánicas en la bahía de Zihuatanejo y en el complejo turístico; la contaminación industrial en el río Atoyac, por descargas de la industria textil; el trasvase del sistema Cutzamala en el Estado de México, denunciado por el Movimiento Mazahua, y el deterioro de las cuencas Lerma-Chapala-Santiago.

La Guía para la Gestión de las Autoridades Locales de Pueblos y Distritos Mineros de América Latina y el Caribe reconoce, además, que junto con la minería, existen factores que incrementan la vulnerabilidad de los espacios y las comunidades locales frente a las amenazas y los riesgos de desastres, ya sean de origen natural o tecnológico. Entre ellos, cabe mencionar:

- Prácticas inadecuadas de la población, que contribuyen al deterioro ambiental
 - Carencia de medidas de prevención y mitigación de riesgos
 - Crecimiento desordenado del espacio urbano
 - Inexistencia de una cultura preventiva y ambiental

Es imposible que cualquier actividad humana no conlleve un riesgo. No obstante, éste se tipifica cuando, por ejemplo, en forma voluntaria se asumen riesgos significativos como fumar o viajar en diferentes medios de transporte. Lo anterior significa que existen tanto riesgos admisibles como no admisibles para la población.

Por ello es necesario que, apelando a las terminologías conocidas, se precisen una serie de definiciones conceptuales sobre lo que es impacto, amenaza, riesgo y vulnerabilidad. A continuación se presenta un resumen con definiciones relativas a los impactos y los riesgos originados por la extracción de minerales. Dicho resumen está sacado de la Guía para la Gestión de las Autoridades Locales de Pueblos y Distritos Mineros de América Latina y el Caribe.

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

En general, se acepta que el concepto de amenaza se refiere al peligro latente o factor de riesgo externo de un sistema o de un sujeto expuesto. (Cardona, 2001, citado en: Guías Prácticas para Situaciones Específicas: manejo de riesgos y preparación para respuestas a emergencias mineras). El peligro es la propiedad intrínseca de una situación sobre personas u objetos que no pueden controlarse o reducirse.

El riesgo es el potencial de pérdidas que pueden ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, resultado de la concurrencia y mutuo condicionamiento de la amenaza y la vulnerabilidad. El riesgo está siempre asociado a la posible ocurrencia de un suceso no deseado. Por otro lado, el riesgo siempre puede ser administrado, al actuar en su frecuencia, en sus consecuencias o en ambas.

De esta forma, el riesgo se expresa en función de esos factores:

Siendo:

R = riesgo

F = frecuencia de ocurrencia

C = consecuencias (pérdidas y/ o daños)

$R = f(F, C)$

El riesgo también puede ser definido así:

- Combinación de incertidumbre y de daño
- Razón entre peligro y las medidas de seguridad
- Combinación entre evento, probabilidad y consecuencias

Cualquiera que sea la definición de riesgo que el responsable de una operación minera quiera tomar para su trabajo, deberá recordar que el riesgo se reduce atendiendo las recomendaciones que dan las guías especializadas en el contexto de las buenas prácticas de operación.

II. Impactos de la minería y manejo de riesgos

Como ya se dijo anteriormente, impacto se refiere al contacto entre dos elementos naturales o antrópicos distintos que afectan la condición original de uno de ellos o de ambos.

El impacto potencial que puede ocasionar la minería depende de las características del yacimiento, de la magnitud de las operaciones y de la metodología minera, los equipos y la gestión ambiental. No obstante, debido a la magnitud de determinados proyectos, los impactos sobrepasan el ámbito local y, en muchos casos, llegan a tener incidencia nacional en las políticas macroeconómicas, tributarias, de distribución del ingreso y otras.

A. Impactos generales de la minería

Si bien la principal preocupación de la población respecto de la minería es la contaminación física, es importante subrayar que no todas las actividades mineras traen consigo efectos nocivos para la salud, la vida o los ecosistemas.

Organismos de las Naciones Unidas, como la OMS (Organización Mundial de la Salud), la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y otros, han establecido rangos de valores límite permisible (VLP) para agentes materiales, sustancias químicas y metales asociados a la actividad minera. Estos VLP indican la medida de concentración o exposición en que tales agentes resultan nocivos. De igual manera, los países tienen normas nacionales de cumplimiento obligatorio que fijan sus propios VLP.

En el caso del Perú, como en todos aquellos países en donde la autoridad minera tiene responsabilidades de fiscalización y vigilancia ambiental, el Ministerio de Energía y Minas es el encargado de controlar los niveles máximos permitidos de los contaminantes en líquidos y gases, y de supervisar que se encuentren dentro de niveles que no representen peligro directo o indirecto para los seres vivos.

Las resoluciones ministeriales fijan los niveles máximos permitidos de los efluentes contaminantes, con la finalidad de controlar los vertimientos generados por sus actividades y contribuir a la protección ambiental.

1. Impactos sociales

La afectación en la calidad visual del paisaje, la sobrecarga de los sistemas de salud pública por aumento de enfermedades crónicas o agudas producto de la exposición a agentes físicos y químicos propios de la actividad minera; la alteración de la dinámica demográfica por presencia de población emigrante atraída por posibilidades de empleo, oportunidades de negocios o demandas de servicios; la alteración del uso del suelo, ya sea en las áreas de intervención directa de un proyecto como en su entorno, por el cambio de áreas de uso agrícola o forestal para las actividades mineras o instalaciones de uso del personal, son algunos de los impactos sociales que puede provocar la actividad minera.

Asimismo, la reubicación de poblaciones provocada por un proyecto de exploración puede originar serias alteraciones en las relaciones sociales, económicas y culturales de las personas o grupos humanos afectados.

2. Impactos económicos

Aun cuando la minería genera impactos económicos tales como el aumento de los ingresos locales por pagos del canon minero, regalías o similares, puede desencadenar un aumento en los precios de los bienes y servicios si el promedio de ingresos del personal minero es superior a la media local. También puede provocar la sustitución de actividades económicas tradicionales, la disminución de la renta local por descenso de la productividad agrícola y animal originada por los impactos en el ambiente que afectan el suelo, la flora y la fauna. Además, los grandes proyectos son intensivos en capital pero poco intensivos en mano de obra, y su requerimiento directo se dirige a trabajadores calificados.

A menor inversión en tecnología, mayor demanda de mano de obra. Y si bien los proyectos pueden producir impactos positivos al generar empleos indirectos e inducir el desarrollo local y regional, la mayor demanda de servicios, transporte, educación, saneamiento básico, salud y esparcimiento —como consecuencia de un incremento de la población, ya sea por emigrantes o por trabajadores de la empresa responsable del proyecto— también pueden generar el deterioro o colapso de la prestación del servicio, si no se destinan ingresos provenientes de la minería para fortalecerlo.

3. Impactos culturales

Otro punto medular son los impactos culturales. La dimensión cultural y sus espacios son tanto o más importantes que los anteriores aspectos mencionados, ya que tienen que ver con las formas de expresión, la creación científica, artística y tecnológica, y el nivel económico, social y cultural de las personas en un determinado ámbito. El concepto incluye las manifestaciones artísticas y culturales, el patrimonio histórico, arqueológico y ecológico.

En ocasiones, la actividad minera puede perturbar de manera irreversible la riqueza cultural y los comportamientos sociales, aumentando los índices de drogadicción, alcoholismo, prostitución y violencia intrafamiliar, o deteriorando el comportamiento ciudadano.

En este recuento es forzoso advertir que, como contrapartida, la industria minera y su impacto pueden mejorar una serie de atributos sociales mediante capacitación tecnológica, aumento de la escolaridad e indicadores sanitarios, calidad de la infraestructura, mayor acceso a la cultura por mayor ingreso familiar y municipal, incremento de la participación ciudadana, y mayor calificación de la dirigencia local.

No obstante, la resistencia a la minería, tanto de las comunidades como de la autoridad ambiental, debido a su interrelación con el medio y el creciente interés por la protección del agua, provocan que incluso en países de tradición minera, como es Chile, las restricciones impuestas a esta industria sean cada vez mayores.

Citar los hechos que a continuación se describen no involucra un juicio de valor respecto de los fundamentos, la legalidad y la justicia de las determinaciones tomadas por la autoridad; únicamente pretende mostrar situaciones reales en las que, de no mediar un buen acuerdo con la comunidad y las autoridades, la expansión o el mantenimiento del nivel de operaciones de una mina puede sufrir severas restricciones.

“La autoridad ambiental: Corema, de la I Región de Chile decidió restringir el uso del agua de la mina de cobre Collahuasi, confirmó a BNamericas un funcionario de Corema. Collahuasi, ubicada en la norteña y árida I Región de Chile es controlada por la británica Anglo American (LSE: AAL) y la canadiense Falconbridge (Nyse: FAL).

En apariencia, Corema decidió controlar que Collahuasi extrajera aguas subterráneas en el salar Coposa debido a una mayor reducción del recurso que lo previsto inicialmente, informó el *Diario Financiero*. Collahuasi indicó en un comunicado que cumplía con las normas ambientales y que el consumo de agua en la mina no había dañado el medio ambiente. “Las medidas adoptadas por la autoridad en cuanto a restringir los niveles de extracción de agua permiten a Collahuasi, con alguna dificultad, continuar sus operaciones a los actuales niveles de producción, pero comprometen su plan de desarrollo”.

Collahuasi produjo más de 427 mil toneladas de cobre en 2005, 11% menos respecto del año anterior, debido a problemas técnicos y menores leyes de mineral. Anglo American dijo en febrero que esperaba obtener un “muy buen desempeño”, en la mina durante el año. La mina a cielo abierto está evaluando la eventual expansión de la operación de 130.000 t/d a cerca de 200.000 t/d, pero el gerente general de Collahuasi, Thomas Keller, informó anteriormente a BNamericas que uno de los mayores obstáculos para la expansión era la escasez de agua en el futuro.¹

La reforma ambiental en esta región sigue siendo parcial, y prácticamente en todos los países falta una normatividad clara que dé solución a una herencia negativa de la vieja minería, como son los Pasivos Ambientales Mineros (PAM). También es necesario regular el cierre de las actividades mineras, la gestión de residuos industriales líquidos mineros y las buenas prácticas.

Por lo anterior resulta tan importante contar con instrumentos de gestión acordados entre los diversos actores. Uno de ellos, muy significativo por cierto, es el denominado Acuerdo Marco de Producción Limpia para la Gran Minería, que suscribieron el gobierno chileno y el Consejo Minero de ese país. El acuerdo aborda temas tales como la potencial generación de aguas ácidas, el cierre y abandono de minas, el uso eficiente de la energía y del agua, los residuos líquidos industriales y residuos sólidos.

¹ BNamericas, Diario Electrónico 2006-03-09.

Tal como se mencionó, los impactos directos visibles de la minería pueden enfocarse en áreas restringidas, aunque las huellas se observan a lo largo de su zona de influencia. Por ello resulta explicable el acuerdo de producción limpia al que se hace referencia, que incluye la participación de diferentes sectores administrativos del gobierno de Chile, como son el agrícola y ganadero, agua, salud, minería, presididos por el Ministerio de Economía y Minería “lo que permite destacar que la naturaleza del proceso minero es multisectorial y, por lo tanto, requiere de una coordinación de esta índole”.

Dicho acuerdo establece con claridad que, para que exista la minería como industria, se debe hacer uso de recursos humanos, técnicos y financieros, pero —y hace énfasis en ello— también se emplean insumos como el agua.

En Chile, la industria minera se ha desarrollado en el norte, una zona desértica en extremo, donde se localizan los yacimientos. Por ello, la industria allí emplazada se preocupa de reutilizar el recurso agua. Informaciones conocidas en el medio minero chileno dan cuenta de que la Corporación del Cobre, conocida como Codelco, reutiliza once veces sus volúmenes de agua en las operaciones de Chuquicamata.

Las condiciones ya expuestas hacen que, en Chile, el uso y la reutilización del recurso hídrico sean muy limitados, ya sea por su calidad, o por los costos de disponer de tecnología adecuada para su tratamiento. Como es sabido, en varios procesos minero-metalúrgicos se preparan soluciones con agua y sustancias químicas para que, al ponerlas en contacto con el mineral triturado y pulverizado, se obtengan concentraciones elevadas del mineral objeto de la explotación, ya sea cobre, plata, zinc u otro.

Algunos de los elementos conceptuales del Acuerdo de Producción Limpia se resumen en los siguientes párrafos.

En la minería, el uso del recurso agua, las sustancias químicas, y el contacto de éstas con el mineral permite obtener soluciones con altos niveles de concentración, las cuales se utilizan para diversos procesos. Anteriormente la disposición de aguas residuales de procesos industriales se efectuaba sin limitaciones a cuerpos y cursos de agua.

En el presente, como consecuencia de la incorporación de los asuntos ambientales en la discusión pública, se han promulgado nuevas normas que llevan a identificar nuevas opciones de disposición, las cuales disminuyen en forma significativa la descarga, el reciclaje, la evaporación y la reutilización de este valioso elemento. Posteriormente se libera de los desechos líquidos de esta actividad, tales como el efluente generado en el depósito de desechos líquidos en las lagunas de sedimentación de relaves, el efluente producido por lixiviación natural de materiales estériles, el efluente generado por escorrentía que proviene de la mina, y el efluente del procesamiento de concentrado de mineral. Tales descargas líquidas, cuando cumplen la condición de residuo industrial líquido, deben estar sujetas a las normas legales que las regulan.

A continuación, se resume para ilustración del lector, un fragmento de cuáles son los desechos y cómo se producen en una operación minera, con base en el texto del acuerdo del que se ha ocupado este documento:

“El efluente que se genera por el depósito de desechos líquidos en las lagunas de sedimentación de relaves”.

El desecho líquido que se descarga a las lagunas de sedimentación contiene altas concentraciones de sólidos suspendidos, con molibdeno, sulfatos, entre otras sustancias; subproductos del proceso de flotación de la pulpa mineral que proviene de la etapa de molienda fina. Las lagunas de sedimentación (obras del tipo represa) tienen como función contener el efluente, permitir la sedimentación de las partículas finas en el depósito y retener los sólidos más gruesos en el muro, para posterior recuperación del máximo volumen posible de las aguas claras y retornarlas al proceso de flotación. El líquido no recuperado se infiltra o evapora. Los sólidos finos se decantan por gravedad, depositándose en el fondo

del tranque, donde se acumulan en forma de un material fangoso y mineralizado, con altos niveles de concentración de elementos metálicos (no recuperables) que, con el tiempo, forman una capa de sedimento impermeable por la consolidación del material. Los más modernos, a diferencia de los más antiguos, consideran sistemas de impermeabilización del muro de partida y, en el fondo o base del muro de contención, se consideran drenes (dedos o camas drenantes) interceptores de posibles filtraciones a la napa; en su diseño se incluyen sistemas de impermeabilización y pozos de monitoreo de aguas subterráneas.

B. Gestión de residuos industriales líquidos mineros y buenas prácticas

El líquido que permanece en la superficie del tranque, conocido como “aguas claras”, es reutilizado en la planta de flotación y, en algunos casos, debido a los altos costos económicos (gran distancia entre el tranque y la planta), se destina a uso en riego, previo cumplimiento de normas, o al humedecimiento de caminos donde transitan vehículos (uso poco frecuente). Los volúmenes y las características fisicoquímicas de este flujo dependen de la estacionalidad, de factores meteorológicos y del tipo de mina. Es frecuente encontrar caudales considerables y altas concentraciones en parámetros como molibdeno, sulfatos, cloruros y sólidos sedimentables.

1. Efluentes generados por la lixiviación natural de los restos o materiales estériles que se depositan

Este tipo de efluentes se generan por la percolación (filtración) de una corriente líquida (licor), generada por reacciones químicas y bacterianas complejas con distintas características, a partir del depósito de material estéril. El licor producido contiene sulfatos o sulfuros metálicos y ácido sulfúrico. Las principales reacciones que ocurren durante la lixiviación de minerales son la disolución de sales solubles, hidrólisis de sulfato férrico, oxidación bacteriana de sulfato ferroso, lixiviación férrica de un mineral sulfurado y oxidación bacteriana de azufre.

Los depósitos de material estéril se colocan sobre terrenos que no tienen protección en su base ni en el perímetro, los cuales, junto con la elevación alcanzada, permiten generar en algunas ocasiones importantes volúmenes de líquido percolado. Este líquido se conduce hacia un sector que está fuera de la explotación, con el propósito de no afectar las operaciones, aunque puede afectar las aguas superficiales cercanas o infiltrar cuerpos subterráneos. Los volúmenes y las características fisicoquímicas de este flujo dependen de la meteorología y del tipo de mina (características fisicoquímicas del material estéril depositado).

2. Efluentes generados por escorrentía que proviene de la mina (agua de mina)

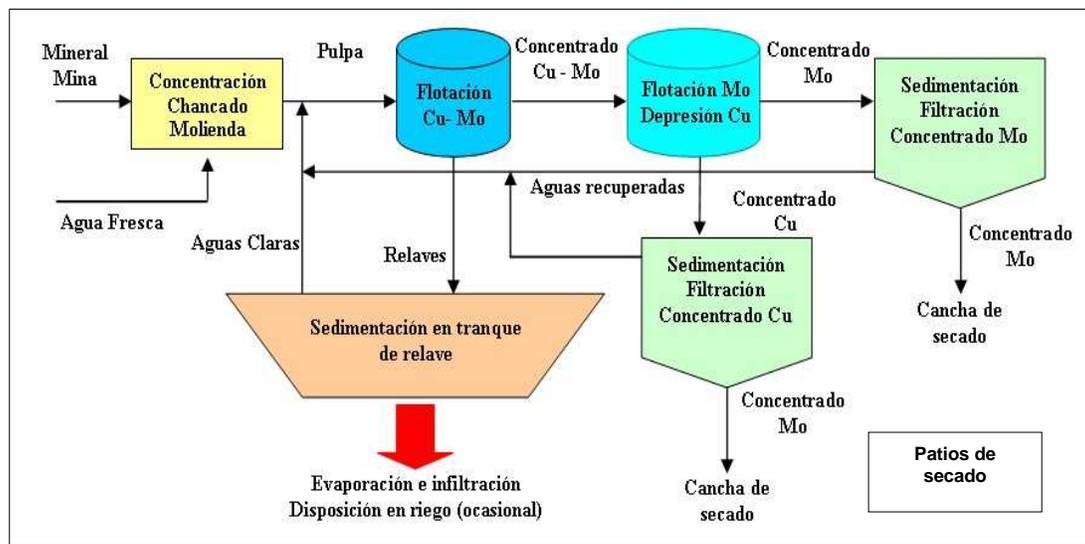
Una explotación minera involucra la remoción de material, que es tratado por métodos mecánicos y fisicoquímicos para obtener el mineral buscado. En el sitio de extracción, puede haber circulación interna de agua, ya sea de origen subterráneo o de precipitaciones, que puede aumentar o disminuir de acuerdo con la capacidad de carga del sitio. Debido a su acidez y a la concentración de metales, este flujo debe ser evacuado de las instalaciones mineras para evitar la corrosión, las reacciones químicas o la abrasión en los materiales de las instalaciones. Para ello existen obras de conducción que permiten la descarga final del agua hacia un curso superficial o subterráneo.

3. Efluentes generados por el procesamiento de concentrado de mineral

El procesamiento de concentrado de mineral exige grandes volúmenes de agua (100 a 200 m³ por tonelada de mineral), depositados en las lagunas de sedimentación de relaves donde se recirculan las aguas usadas en el proceso de sedimentación y filtración de concentrado. Este flujo contiene molibdeno, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, cobre, hierro disuelto y sulfatos. El sedimento es depositado en patios de secado y las aguas, separadas en la sedimentación y filtración de concentrado de molibdeno, se separan (véase diagrama 1).

Diagrama 1

FLUJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS EN PLANTAS CONCENTRADORAS DE MINERALES



Fuente: Acuerdo Marco de Producción Limpia para la Gran Minería. Sector Gran Minería Buenas Prácticas y Gestión Ambiental, noviembre de 2002, Subsecretaría de Economía de Chile, Consejo Nacional de Producción Limpia, Consejo Minero de Chile, Subsecretaría de Minería, Ministerio de Minería.

4. Otros factores

En años recientes, se ha dado una mayor participación de agentes sociales —tales como las distintas confesiones religiosas— en la discusión relativa al ambiente y la sociedad. Si bien es cierto que, desde la época del Papa León XII, la Iglesia Católica se pronunciaba sobre hechos sociales —como la famosa encíclica *Rerum Novarum*— no es menos cierto que hoy la prédica social de la iglesia hace mayor énfasis en muchos aspectos de la vida de las comunidades.

La jerarquía católica, así como los pastores y dirigentes de distintas vertientes del cristianismo en América Latina, se han pronunciado sobre aspectos tales como las ganancias de los empresarios frente a las necesidades de las comunidades o el impacto de la minería en el ambiente. Estos planteamientos se escuchan desde México hasta la Argentina.

Una demostración de que esas instancias sociales se pronuncian sobre distintas facetas de la actividad económica es el siguiente fragmento: “Sin desconocer que el beneficio privado es quizá el medio más eficiente de fomentar empresas que generan lícitamente empleos y riqueza, se requiere ir más allá de la ley, pues la rentabilidad desproporcionada que obtiene el banquero en forma legal, pero injusta, no es un beneficio representativo para la sociedad. Y si bien es cierto que la generación de utilidades reporta un beneficio a través de los impuestos que se pagan al Estado, tampoco es suficiente dentro de los conceptos de justicia y equidad, de bien común y de responsabilidad social de la empresa. De ahí el sentimiento colectivo, la percepción abusiva y la

imagen negativa que se proyecta al público, al considerar que los bancos hacen sus utilidades a costa de ahorradores y deudores, que el crédito es excesivamente costoso, que el servicio es deficiente, que los márgenes de intermediación son muy altos y que los intereses lindan con la usura.” Esta postura específica suscita respuestas de los nombrados, ya que si no se comparte del todo el planteamiento, se admite, que “Otra conclusión que parece estar implícita en las afirmaciones hechas por la editorial es aquella que sugiere que la responsabilidad social se debe incrementar, debido a las grandes ganancias logradas por el sistema. Los principios de la RSE actual indican que toda empresa, por el simple hecho de ser un agente activo dentro de la sociedad, debe comportarse como un ciudadano corporativo responsable, sin importar la rentabilidad que produzca o no. Los principios de ética, respeto por el ambiente, derechos humanos y laborales o apoyo al desarrollo sustentable deberían cumplirse por parte de toda organización empresarial.

Capítulo aparte merecerían las afirmaciones sobre la justificación que tienen los márgenes logrados en los últimos años o los niveles de servicio prestados a los ciudadanos por el sistema. Al igual que en cualquier sector, las estrategias de responsabilidad social que se pretendan implantar deben ser, sobre todo, sostenibles en el largo plazo. Por su parte, la iglesia católica como líder ético y social también cuenta con una gran oportunidad de incentivar las mejores prácticas de RSE, tema que ha entrado en la órbita de sus intereses”.

Las resistencias sociales a la industria minera se basan principalmente en el uso minero del cianuro. En el sur del continente y en el Perú, comunidades enteras se oponen con vigor a proyectos mineros, convencidas de que la utilización del cianuro es un riesgo inaceptable para las comunidades y para el ambiente. Se citan algunos casos para ilustrar esta situación.

En Bariloche, organizaciones sociales encabezadas por la pastoral social solicitaron a su Ministro de Relaciones Exteriores que promoviera un NO regional a la minería, mediante una petición para que se incluya en la agenda de la Cumbre de Presidentes el rechazo y freno a la minería tóxica con uso de agua y devastación ambiental en América Latina. También en Argentina se da un inusitado interés de diversas ONG que piden modificaciones legales que prohíban la minería con cianuro, impulsando para ello una ley específica. La propuesta de prohibir la actividad minera en todo el país mediante técnicas de lixiviación con cianuro u otras sustancias tóxicas se impulsa a partir de las experiencias recogidas en distintos puntos de la geografía argentina y de fuertes polémicas como la del proyecto binacional en Pascua Lama (San Juan), y por lo ocurrido en la ciudad de Esquel. Un tercer ejemplo que sintetiza el argumento básico de los opositores a la actividad minera se encuentra en el recuadro a continuación.

Con frecuencia se aduce que el propósito no es frenar la actividad empresarial sino proteger el ambiente, mas al intentar traducir esas intenciones en los textos legales ya aprobados, se percibe que las prohibiciones y trabas están orientadas a vetar la actividad minera.

Por su parte, la industria responde con acciones tales como su adhesión y puesta en práctica de las recomendaciones de instrumentos internacionales como el Código Minero del Cianuro, promovido por el *International Cyanide Management Institute*. Los firmantes iniciales de este compromiso internacional indicaron que el código podría sentar un precedente por las consecuencias que tendrá en la minería internacional pues, como se sabe, los procesos del cianuro se utilizan en la actividad minera. Mineros, ecologistas, compañías químicas, bancos, ONG y reguladores internacionales y nacionales han logrado un acercamiento transparente en el tema del manejo ambiental, a través del diálogo y la consulta a las comunidades.

“INSÓLITO: LEGISLADORES SANTACRUCEÑOS ANALIZAN PROHIBIR LA MINERÍA, OTRA PROVINCIA PROHIBIRÍA A LAS MINERAS USAR CIANURO”

La Cámara de Diputados local analizará un proyecto de ley que apunta a prohibir en esta provincia el uso del cianuro durante el proceso de explotación e industrialización de minerales como el oro y la plata. De este modo, Santa Cruz podría sumarse a las provincias de Río Negro y Chubut, que en el último año sancionaron leyes que prohíben por contaminante la utilización de ese elemento químico que separa el oro y la plata de las piedras. El legislador radical Omar Hallar, autor de la iniciativa, señaló que "el cianuro es usado en estos procesos de explotación minera e industrialización y es un componente altamente contaminante que no se degrada fácilmente".

Hallar aclaró que la intención del proyecto que respalda la bancada opositora "no es desalentar las inversiones mineras en Santa Cruz, sino prohibir la utilización de cianuro para prevenir las consecuencias negativas que produce en el medio ambiente su uso como reactivo".

"No estamos en contra de la actividad minera, sino que pretendemos un desarrollo sustentable, que permita explotar el recurso bajo métodos no contaminantes o cuyos efectos sean compatibles con el cuidado ambiental más riguroso", añadió. En la explotación minera, según indica el proyecto, se procesan "miles de toneladas de piedra agregándoles básicamente agua y cianuro" porque este compuesto separa el oro y la plata del resto de las rocas, en lo que se denomina "extracción por lixiviación con cianuro".

Al respecto, el legislador advirtió que este proceso se realiza con "gran cantidad de agua cuyo costo no es tomado en cuenta en los cálculos de rentabilidad, y que luego se deja en los denominados diques de colas". El proyecto destaca que Chubut, mediante la ley provincial 5001, y río Negro, a través de la ley 3981, prohibieron la utilización de este agente químico debido a las posibles contaminaciones.

Fuente: *Diario Crónica*, Chubut, Argentina, octubre 23 y 24 de 2005, www.diariocronica.com.ar.

Si este proceso funciona, podría convertirse en un modelo para otra certificación internacional relativa al sector minero y otras aplicaciones ambientales y de minería social. Lo interesante es que las compañías mineras auríferas más importantes han sido las primeras en firmar el código y lo financiarán con una contribución voluntaria. Ellas son *AngloGold Ashanti*, *Barrick*, *Gold Fields*, *Kinross*, *Newmont*, *Placer Dome*, Río Tinto, *Miners Kingsgate Consolidated* y *Pan Australian*. Estas últimas serán las primeras mineras jóvenes que implantarán el nuevo código en sus respectivas minas auríferas de Tailandia y Laos. Durante el proceso, en donde cada paso en la utilización del cianuro es vital, ya hay compañías químicas y de servicios de transporte de cianuro que firmaron el código: *Australia Gold Reagents*, *CYANCO*, *CyPlus*, *E.I. DuPont de Nemours* y *Orica Australia*. Asimismo, algunos medios de comunicación afirman que al menos otras seis mineras auríferas están considerando seriamente firmar el código: *Mineweb*, *Glamis Gold*, *Meridian Gold* y *Golden Star*.

Una de las aspiraciones de la comunidad es que las empresas mineras se sometan a auditorías, pues dado que los resultados son públicos, es posible que terceros independientes puedan contrastar los resultados. A su vez, los firmantes del convenio han prometido informar directamente a la comunidad de cualquier incidente y, en especial, sobre la manera en que se utiliza el cianuro.

Los auditores del cianuro no serán compañías mineras, contables ni ONG. Deben ser expertos en auditorías ambientales y tener una maestría técnica en explotación minera aurífera. Si se detectan errores, fallas o mentiras, los auditores y las operaciones que están siendo auditadas recibirán sanciones. Una vez que firma el código, la compañía minera debe seguir sus principios y adecuarse a sus prácticas. Las verificaciones de las auditorías que se llevan a cabo en operaciones individuales deben estar a cargo de auditores independientes y realizarse, en un principio, cada año; posteriormente, cada tres años. Dicha auditoría evaluará una operación para determinar si el

manejo del cianuro se adecua a los principios y prácticas y, en el caso de los productores y transportadores del cianuro, si los principios y prácticas son identificables en los protocolos de verificación. Si los gobiernos de los países en desarrollo desean saber cómo regular el cianuro, pueden acceder a una página de internet que brinda un minucioso detalle acerca de cómo supervisar la producción, el transporte, almacenamiento, uso y manejo del cianuro en las operaciones de explotación minera. También hay datos acerca del desmantelamiento de instalaciones, la seguridad del trabajador, acciones en casos de emergencia y comunicaciones públicas (www.mineweb.net, www.diarioeloste.com.ar, ediciones del 2005-11-10).

Al margen del tipo de actividad económica que se desarrolle, el país o las circunstancias sociales, económicas, políticas o técnicas en las que el proceso económico se lleve a cabo, debe fomentarse la sustentabilidad, el buen desempeño ambiental, las opiniones y consultas a la comunidad como responsabilidades sociales y buenas prácticas —lo que resulta altamente positivo— y las empresas mineras, en particular, deben orientar sus esfuerzos en esa dirección.

En opinión del autor, esto significa que la promoción de la sustentabilidad, el buen desempeño ambiental, la toma de opinión y la consulta a las comunidades, en otras palabras, la responsabilidad social corporativa y las buenas prácticas, han llegado para quedarse. No obstante, la industria extractiva también deberá hacer énfasis en que se trata de una actividad lícita que provee de bienes a la humanidad, pues, sin acero, no habría instrumentos quirúrgicos; sin cobre, no habría telefonía; sin carbón, no habría energía ni calefacción; sin yeso, no habría forma de curar las fracturas de los trabajadores y, sin caolín, no habría papel.

Cabe mencionar que la industria minera está amparada por la constitución de cada país y es riqueza de la nación. Asimismo, no es la única responsable de la lucha contra la pobreza, ya que a ello se deben abocar todos los sectores productivos. Los gobiernos del continente americano deberían tener una Agenda para el Desarrollo de la Industria Minera (ADIM), en la cual los sectores interconectados vean reflejados los nexos y nichos del negocio que pueden impulsar y promover.

Los peruanos y chilenos muestran los atributos de la industria para crear encadenamientos productivos. De esta manera, los sindicatos llegan al público con un conocimiento claro y sencillo para divulgar el potencial geológico de sus países. Sobre todo, deben conocer muy bien los índices de producción de la industria, los volúmenes anuales que entregan al mercado para satisfacer las necesidades del consumo local y la demanda internacional, pues eso significa divisas y aportes en términos de empleo y de PIB.

En Chile, se informa al público de manera sistemática, y sin restricción, el monto de los gastos operacionales de la gran minería, que se estiman en cinco mil millones de dólares anuales. Un monto significativo de estos gastos se hace en el país, lo cual impulsa la economía local (50%). El desglose de los gastos es como sigue: valor de los insumos: 905 millones de dólares anuales (25% comprado a productores nacionales); remuneraciones: 900 millones de dólares anuales, de lo que se desprende su importancia en términos de tributación del impuesto sobre la renta; servicios a terceros: 761 millones de dólares anuales; y valor de la energía: 574 millones de dólares anuales (lo que a su vez es un factor desencadenante de desarrollo económico y de avance social). Asimismo, los sindicatos mencionan que el costo de los servicios anuales (datos de 1990-2002) de ingeniería, ascienden a 281 millones de dólares; de construcción, a 549 millones de dólares y de adquisiciones, a 907 millones de dólares.

La minería eleva la calidad de los recursos humanos en los niveles directivo, ejecutivo y operativo, y el que se inicie un proyecto minero en un país es señal de confianza, que alienta otras inversiones. Por ello, la industria minera debería buscar de una manera abierta que la agenda antes mencionada permita invertir los ingresos generados por los impuestos y aportes de las operaciones mineras en opciones de desarrollo social ligadas a la creación de encadenamientos productivos. Éstos se basarían, tal como sostiene la CEPAL, en el desarrollo tecnológico que eleve la contribución de la

actividad al desarrollo sustentable, con una visión a futuro que involucre a comunidades y autoridades, en un esfuerzo por crear una dimensión de crecimiento económico con equidad social.

Por último, es importante puntualizar que el recurso hídrico es un componente fundamental de la llamada “agenda para el desarrollo de la industria minera”. El agua es esencial para la vida, pero la calidad y disposición del recurso dependen de un razonable uso múltiple (abastecimiento público, agricultura, generación eléctrica, turismo, industria, etcétera) que afecta directamente la calidad de vida de la población. Tradicionalmente, la minería ha hecho un uso intensivo de este recurso, por lo cual muchos de sus detractores apuntan —muchas veces no sin razón— los aspectos negativos de este uso, especialmente cuando las comunidades cercanas a las minas se ven afectadas por problemas de contaminación o escasez de agua.

A continuación se presentan algunos casos en los que la industria minera ha demostrado que, gracias a la incorporación de nuevos procesos y estrategias productivas, es posible regular y controlar la calidad y cantidad, no sólo del recurso hídrico, sino también del entorno ambiental del área involucrada en la mina.

III. El caso de Grupo Peñoles en México

En México, la actividad minera en forma de minas abiertas y operaciones subterráneas ha existido desde hace 500 años, principalmente en el centro, suroeste y noroeste del país. Actualmente, México está considerado uno de los 11 principales productores mundiales de 18 minerales, entre los que destacan plata, oro, bismuto, cadmio, plomo y zinc.

La industria minera se ubica en segundo lugar en términos de extensión geográfica nacional, ya que se practica en 32 estados del país. De acuerdo con los datos de la Cámara Minera de México, esta industria contribuye el 1,6% del Producto Interno Bruto (PIB), y genera 256 mil empleos.

Grupo Peñoles es una de las empresas más grandes en la industria minera en México, con operaciones integradas en la fundición y afinación de metales no ferrosos y en la elaboración de productos químicos. Asimismo, es el mayor productor mundial de plata afinada, bismuto metálico y sulfato de sodio, y líder latinoamericano en producción de oro y plomo, además de ser uno de los más importantes conglomerados industriales y mineros de la República Mexicana.

La Compañía Minera de Peñoles fue fundada en 1887 por un grupo de 18 mineros mexicanos, cuyo propósito era explotar tres minas localizadas en la sierra de Peñoles, ubicada en el estado de Durango. Hoy esta empresa se conoce como Industrias Peñoles, S. A. de C. V.

Tres años más tarde se creó la Compañía Minera Fundidora y Afinadora de Monterrey, S.A. una fundición de plomo que inició operaciones en 1891. En 1897, se inició la construcción de un departamento para la afinación de oro y plata, el cual fue concluido en 1901. Esta Fundidora y Afinadora fue adquirida en 1918 por la Compañía de Minerales y Metales.

En 1917, la Compañía de Minerales y Metales, entonces subsidiaria de la *American Metal Company*, adquirió la Compañía Metalúrgica de Torreón, S.A., que había iniciado operaciones en 1901. En 1920, la Compañía de Minerales y Metales se fusionó con la Compañía Minera de Peñoles.

Posteriormente, un grupo de empresarios mexicanos encabezado por Don Raúl Baillères (f) adquirió en 1961 el 51% de las acciones de la Compañía Minera de Peñoles S.A., con lo cual pasó a ser una empresa mexicana, antes de que se promulgara la Ley que hizo obligatorio este requisito. En 1965, este grupo de empresarios mexicanos adquirió un 43% adicional de las acciones.

En 1969, como resultado del constante desarrollo de las empresas de Peñoles, se llevó a cabo una reestructuración y se creó la empresa actual Industrias Peñoles, S.A. de C.V., que cuenta con operaciones integradas en exploración, minería, metalurgia y químicos. Desde 1968 cotiza en la Bolsa Mexicana de Valores; sus acciones forman parte del Índice de Precios y Cotizaciones (IPyC) y se ha constituido en una de las mayores exportadoras netas del sector privado mexicano.

Tres de sus operaciones mineras se encuentran en el estado de Zacatecas: Francisco I. Madero, Sabinas y Proaño, esta última, la mina con mayor producción de plata a nivel mundial. En el estado de Durango, La Ciénega es considerada la mina de oro más rica de México. A su vez, La Herradura, en Sonora, está catalogada como la mina de oro más grande de México; y Naica, en Chihuahua, es considerada como la mina productora de plomo más grande del país.

Francisco I. Madero es la mina productora de zinc más grande de México. La operación metalúrgica se realiza por conducto de Met-Mex, el cuarto complejo metalúrgico y el mayor productor de plata afinada y bismuto metálico del mundo, localizado en la parte centro-norte del país, en una superficie de 36 hectáreas.

Peñoles desarrolla también operaciones en la industria química mediante Química del Rey, la planta productora de sulfato de sodio más grande del mundo. Como un complemento de sus operaciones minero metalúrgicas, Peñoles realiza trabajos a través de su División de Infraestructura, dirigidos a la búsqueda y administración de proyectos que garanticen el suministro, además de controlar los costos de los requerimientos de logística y energía eléctrica del grupo y de sus desarrollos empresariales.

Grupo Peñoles cuenta con una terminal marítima internacional (TERMIMAR) para el embarque de productos químicos a granel, es socio de una línea ferroviaria (Línea Coahuila – Durango) para el transporte de materias primas y productos terminados, dos empresas (TECSA e IACMEX) dedicadas a la administración de servicios municipales de agua potable en la ciudad de México, una concesión integral (Desarrollos Hidráulicos de Cancún), orientada a la distribución y saneamiento de agua en los municipios de Cancún e Isla Mujeres, y una planta termoeléctrica (Termoeléctrica Peñoles), que es responsable de asignar la energía a las operaciones del Grupo.

A. Met-Mex Peñoles

Met-Mex Peñoles, S.A. es el complejo metalúrgico no ferroso más importante de América Latina y el cuarto a nivel mundial, además de ser el primer productor de plata afinada en el mundo. En la actualidad, cuenta con tres grandes plantas metalúrgicas en la ciudad de Torreón: la Fundidora de Plomo, la Refinería de Plomo-Plata y la Refinería Electrolítica de Zinc. Este complejo cuenta además con dos plantas de ácido sulfúrico, una de óleum, una de sulfato de

amonio y una de bióxido de azufre líquido, todas ellas para convertir el azufre en productos útiles como el ácido sulfúrico; diversas sales de azufre como fertilizantes, y abatir las emisiones de bióxido de azufre a la atmósfera.

Sus principales productos son oro y plata fina, plomo afinado en diferentes grados, plomo antimonial, zinc de alta pureza y aleaciones; cadmio, bismuto, ácido sulfúrico, oleum y litargirio; cobre electrolítico, bióxido de azufre líquido; trióxido de antimonio y sulfato de cobre.

La empresa se localiza en la región norte del territorio mexicano conocida como la Comarca Lagunera, en las ciudades de Torreón, Coahuila y Bermejillo, Durango, sobre sendas superficies de 200 y 100 hectáreas, respectivamente. Esta empresa se encuentra 900 kilómetros al norte de la ciudad de México, en una región con clima semidesértico que recibe alrededor de 200 milímetros de precipitación pluvial anual. En esta región se concentra una de las fuentes de trabajo más importantes: alrededor de dos mil empleados laboran en sus instalaciones, y de ellos dependen económicamente más de diez mil personas.

Como parte de su plan estratégico, Met-Mex Peñoles ha venido incorporando en sus operaciones el concepto de Buenas Prácticas; 35% de sus activos son equipos de protección ambiental, entre los que destaca una planta de tratamiento de aguas residuales con un tren de tratamiento terciario.

B. Met-Mex Peñoles: actividad empresarial, manejo ambiental y relación con la comunidad

Numerosas referencias concuerdan que, en 1975, los terrenos aledaños a Met-Mex Peñoles (MMP), hoy colonia Luís Echeverría, comenzaron a poblarse de asentamientos irregulares. En 1976, antes de que Luís Echeverría concluyera su periodo presidencial, se decidió dar posesión de los terrenos a sus ocupantes. La empresa se opuso, a sabiendas de que sus procesos podrían llegar a representar un riesgo para la comunidad. No obstante, las autoridades estatales, presionadas por intereses políticos y económicos, tuvieron que modificar los usos de suelo y permitir los asentamientos. Met-Mex genera cerca de dos mil empleos directos, lo cual indica el elevado aporte al torrente económico regional por concepto de salarios, compras a proveedores y contratistas, que desde distintos lugares de la federación envían sus productos a la planta.

Por cuanto al medio ambiente, la compañía ha mostrado interés y, desde tiempo atrás, cumple con las normas vigentes, para lo cual ha debido realizar considerables inversiones en equipos y sistemas anticontaminantes. Met-Mex ocupa el primer lugar mundial en la producción de plata y el primer lugar en América Latina en la producción de oro, plomo y zinc. En México, es el único productor de plomo primario.

Desde 1994, la empresa se ha sometido a auditorías de carácter voluntario, promovidas por la Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PROFEPA). A su vez, los desarrollos técnicos y legales de protección ambiental han incrementado el rigor de las normas y de los valores límites permitidos. El 25 de junio de 1999 se promulgó una Norma Oficial Mexicana de Emergencia, con vigencia de seis meses, sobre las acciones a seguir, en función de los niveles de plomo en sangre de la población no ocupacionalmente expuesta. Dicha norma, emitida debido a las altas concentraciones de plomo en la sangre en niños de Torreón, ha sido criticada por organizaciones que estudian problemas de contaminación, pues consideraban que tiene graves deficiencias en relación con las de otros países.

Luego de la auditoría voluntaria, se firmó un convenio en enero de 1996, del cual la compañía afirmaba llevar un avance de 90% y esperaba concluir ese año. Según la PROFEPA,

hasta febrero de 1999 la empresa había cumplido con 76 de las 113 medidas correctivas, lo que equivale a 67%. Met-Mex afirmaba que desde 1993 había promovido ante el Instituto Nacional de Ecología (INE) la creación de normas que establecieran límites de emisión para sus procesos (Valdés Perezgasga, Cabrera Morelos, *op.cit.*).

Con posterioridad a estos hechos, se inició un debate público sobre los problemas de contaminación que padecen los habitantes de Torreón y, en particular, los niños de esa ciudad. Con frecuencia aparecían titulares como: “En Torreón, 34 mil niños envenenados por plomo de Peñoles. Las autoridades y los políticos no los ven, no los reconocen, no son parte de la ciudad; son los olvidados”.

Todos los titulares giraban en torno de las denuncias presentadas por el médico pediatra Manuel Velasco Gutiérrez, quien en agosto de 1998 encendió las alarmas de la comunidad al haber detectado, mediante exámenes clínicos, concentraciones de plomo en la sangre de los niños de Torreón superiores a los fijados por las normas de la Organización Mundial de la Salud o de los valores fijados para Estados Unidos por la *Environmental Protection Agency* (EPA). Las elevadas concentraciones de este metal en la sangre de los infantes pusieron en entredicho a las autoridades ambientales y sanitarias, y señalaron a Met-Mex y al Grupo Peñoles como los directos responsables.

El conflicto en el que las madres de los niños y sus familias reclamaban la recuperación de la salud de sus hijos se extendió para reclamar la intervención de las autoridades, en todos los niveles de la administración pública, con el propósito de que actuaran contra el foco emisor y sus responsables, la planta industrial de Peñoles. Hoy la controversia sigue y se habla de 34.796 niños enfermos por la epidemia de plumbalgia, a raíz de los vertimientos que afectan un radio de cuatro y medio kilómetros en torno de la industria.

El debate se ha visto desde todos los ángulos, desde el más radical, expuesto por conservacionistas, hasta el descargo de las autoridades de posibles responsabilidades. Sin embargo, no deja de pesar en el análisis de todos los exponentes el indudable peso que tiene la empresa en la vida de la región, peso que expresado en cifras —como manifiesta la periodista Virginia Hernández del diario *El Siglo de Torreón*— representa una amplia cadena de proveedores que incluye a cerca de 477 empresas, y gastos mensuales del orden de 14.6 millones de dólares, de los cuales tan sólo 6,6 millones de dólares mensuales se cancelan por concepto de consumo de energía.

Además de ser uno de los reportajes más objetivos encontrados durante la investigación para realizar este documento, el resumen realizado por esta periodista, y del cual a continuación se hace una síntesis, pone de manifiesto la enorme dificultad de decidir y actuar. Más que un problema de contaminación, lo que está en juego es la vida de toda una comunidad en sus aspectos económicos laborales y sociales, y el concepto de sustentabilidad en el desarrollo.

Los habitantes de la zona, quienes se denominan “los laguneros”, son conscientes de la importancia económica de las operaciones de Met-Mex. Sin ir muy lejos, cerca de 60 mil personas en la República Mexicana dependen de la operación continua de esta planta, por lo que Met-Mex Peñoles es un aporte básico no sólo para la región sino también para el país.

Ya se ha mencionado la importancia mundial del Grupo, de ahí su papel estratégico para México, para los más de dos mil empleos directos y los cerca de diez mil puestos de trabajo —entre directos e indirectos— en la zona de La Laguna. Por lo tanto, es comprensible que las autoridades de Coahuila y Durango estén preocupadas de que las actividades de este grupo industrial se vean afectadas pues, como se sabe, Met-Mex está muy vinculado con las universidades, a las que brinda apoyos directos, además de apoyar actividades culturales, obras de infraestructura y a las asociaciones civiles de la región.

Cabe advertir que Met-Mex es un elemento fundamental en la generación de los más de 7.700 millones de pesos mexicanos por operaciones, más un gasto promedio de 14,6 millones mensuales, por concepto de pagos a proveedores, salarios, energía eléctrica y pago de impuestos, entre otros renglones.

Se estima que la empresa destina 45% del gasto al pago de energía eléctrica (6,6 millones de dólares mensuales), 25% a salarios (3,65 millones de dólares por mes), 10% a impuestos (1,5 millones de dólares), 15% a proveedores y contratistas (2,2 millones de dólares) y 5% a transporte (730 mil dólares). Aun cuando el impuesto sobre la renta es el más representativo para el fisco, al Instituto Mexicano del Seguro Social se aportan seis millones de dólares al año.

Se sabe que de esta planta minero-metalúrgica dependen 970 proveedores de bienes y servicios, 400 de ellos contratistas locales; 40 son calificados como proveedores clave para la compañía.

En cuanto a su producción, anualmente se procesan 30 mil kilos de oro, 2,5 toneladas de plata, 240 mil toneladas de zinc (proyección 2004) y 140 mil toneladas en plomo. Dichos metales representan 90% de sus ventas totales. Como se mencionó anteriormente, el origen de los minerales se encuentra en diversas localidades mexicanas: Zacatecas, Chihuahua, Sonora, Guerrero, Estado de México, Michoacán, Jalisco, Guanajuato y Pachuca, entre otros. Pese a que no posee minas en todos estos estados, sí representa una alternativa para aquellos mineros que no pueden procesar su mineral.

Es muy importante considerar que la planta ha creado una especie de aglomerado o racimo industrial (*cluster*) en la ciudad, con el gran número de pequeñas y medianas empresas que proveen alimentos, maquinaria y equipo, mantenimiento de instalaciones, transporte de minerales, entre otros. Por tal razón, ese conglomerado industrial es el dínamo de un importante movimiento económico en la ciudad, aplicado a la compra de insumos y bienes de consumo. No obstante, hay en el Ayuntamiento quienes piensan que la compañía no es una gran tributadora, cuando en realidad realiza importantes pagos de las licencias de funcionamiento y de impuesto sobre adquisiciones inmuebles.

El funcionario entrevistado no logró precisar qué importancia tiene Grupo Peñoles en el pago de tributaciones, en el orden federal o estatal. Met-Mex paga por concepto de impuesto predial un promedio de 1,7 millones de pesos, mucho menos que los seis millones de dólares que paga sólo por aportes al Instituto Mexicano del Seguro Social. Al Estado le tributa una cifra menor por concepto del impuesto sobre nómina.

Se ha visto que la cadena de proveedores de la planta es el elemento más significativo para el municipio, tanto en lo relacionado al empleo como al acceso a líneas de crédito, ya que éstas se obtienen en cuanto se conoce que se trabaja para una compañía líder mundial. No se puede medir con exactitud el valor de la operación de esta planta minero-metalúrgica para la ciudad o región ni cuánto deja, pero el sector industrial reconoce que no hay otra empresa similar en tamaño ni que genere tanto.

La posibilidad de que la planta sea reubicada fuera de la ciudad inquieta mucho a los industriales de La Laguna, pues se afirma que los efectos económicos y laborales del traslado serían devastadores. No sólo se desconoce qué pasaría con las empresas, sino con el personal que depende de manera directa o indirecta de esta empresa.

Algunos proveedores dependen a tal grado de Met-Mex Peñoles, que confiesan que si la planta tuviera que reubicarse, no lo pensarían dos veces y también cambiarían su empresa.

La perspectiva es otra desde el ángulo ambiental, ya que la otra cara de la moneda de Met-Mex es la contaminación con plomo. En general, la percepción pública es que se ha pagado un

precio muy alto por el crecimiento económico de La Laguna y de otras ciudades que han dependido de esta compañía, ya que se ha puesto en riesgo la salud de la sociedad.

El principal riesgo para la salud de la población vecina es la absorción de plomo, ya que es el metal que se produce en mayor cantidad y, aunque algunos de sus usos se han sustituido por otras sustancias, hasta hace poco fue muy utilizado en gasolinas, pinturas, juguetes, vidrio de cerámicas y, en algunas comunidades, incluso para remedios caseros

¿Cuáles son los efectos de la exposición prolongada al plomo? El plomo es un elemento tóxico para los seres vivos, ya que afecta a los sistemas endocrino, cardiovascular, respiratorio, inmunológico, neurológico y gastrointestinal, además de la piel y los riñones. No es biodegradable y persiste en el suelo, el aire, el agua y en los hogares expuestos a él.

La exposición al plomo, aun a niveles bajos, afecta a niños y adultos. En cantidades muy pequeñas, interfiere con el desarrollo del sistema neurológico, causa crecimiento retardado y problemas digestivos. En casos extremos, causa convulsiones, colapso e incluso la muerte. La exposición en cantidades muy pequeñas puede causar en el largo plazo daños mesurables e irreversibles en niños, aun cuando éstos no muestren síntomas particulares.

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-199-SSAI, el nivel seguro es por debajo de los 10 µg/dL de plomo en sangre para niños menores de 15 años, aunque es deseable que su nivel sea por debajo de 5 µg/dL. No obstante, este nivel no es seguro ni normal ni deseable, pues aún no se ha identificado el umbral a partir del cual se presentan los efectos dañinos del plomo. La Academia Americana de Pediatría ubica el nivel deseable de plomo en la sangre de los niños en cero.

Muchos saben que la solución no es el cierre definitivo de la planta ni su reubicación en otra ciudad —dado que la contaminación está presente en el suelo y en la tierra— sino la posibilidad de que la empresa y la comunidad convivan en armonía, aplicando para ello medidas preventivas más que contingentes, con el propósito de evitar que haya un niño más contaminado con plomo.

Hernández García (*op. cit.*) cita a Gonzalo García Vargas, investigador en toxicología ambiental de la Facultad de Medicina de la Universidad Juárez del estado de Durango, quien afirma que durante la contingencia ambiental de 1999, sólo dos niños alcanzaron los 100 microgramos de plomo en la sangre muestra hoy una cara muy distinta y con niveles menores antaño, pero superiores a los diez microgramos, señalando que en un estudio realizado en 1997, publicado en 1998, la crisis se registró al siguiente año debido a que el 95% de los niños examinados registraron niveles elevados de plomo en la sangre.

La crisis desencadenó un plan de acción que, cinco años más tarde, presentaba un panorama muy distinto, al decir del citado experto. Las cifras que se manejaron en su momento revelaron que 4% de los pequeños registró niveles por arriba de los 45 microgramos. Hoy, los análisis muestran que ningún niño rebasa este nivel alto de plomo en la sangre. Dicho de otra manera, comenta la periodista, las medidas han mitigado en lo posible la problemática de salud. Sin embargo, reiteró que hay niños que rebasan los estándares internacionales de salud (diez microgramos), con lo cual, según el mismo García Vargas, se demuestra que el plomo sigue en el ambiente, aunque en menor cantidad. Aun cuando se reconoce que existen otras fuentes contaminantes en la ciudad, no duda en afirmar que la principal en la región es Met-Mex.

C. Plan de acción en Met-Mex

Las acciones específicas que Met-Mex Peñoles ha desarrollado para reducir los niveles de plomo en sangre en los niños se pueden agrupar en cuatro áreas principales:

1. Reducción de todo tipo de emisiones

Las acciones en materia de control ambiental se basaron en una auditoría ambiental interna que involucró la construcción de grandes bodegas para que toda la materia prima y los materiales recirculados se manejaran bajo techo (45.000 m²). Además, condujo a la instalación de casas de sacos y precipitadores electrostáticos, plantas de tratamiento de aguas y otros equipos. Por otra parte, se instalaron cuatro equipos de lavado para vehículos, se implantó la norma ISO 14000 como sistema de administración ambiental, se incrementó la cobertura de la red de monitoreo ambiental y se llevaron a cabo diversas actividades para fomentar y profundizar la cultura ambiental en todo el personal.

2. Acciones en el área circundante

Teniendo en cuenta los antecedentes del problema, Met-Mex realizó un plan de muestreo de suelos, calles, banquetas, azoteas, patios de casas y cajetes de árboles para elaborar un mapa con curvas de concentración y asignar prioridad a los puntos que debía remediar.

Las acciones consistieron en cambiar el suelo superficial, la cubierta de superficies con cemento o pavimento, y aspirar casas, azoteas, patios, calles y banquetas. También se llevaron a cabo estudios para remediar suelos in situ, aplicando sales de fosfatos. Lo anterior permitiría reducir la solubilidad del plomo y, con ello, su biodisponibilidad.

También se pavimentaron escuelas primarias, jardines de niños, secundarias y escuelas superiores ubicadas en la periferia de las instalaciones de la fundidora, utilizando concreto hidráulico. Con el objeto de reducir la exposición y mejorar la limpieza de los barrios o colonias más próximas, se realizó un convenio con el municipio para pavimentar las calles (360.000 m² de pavimento). Además, se aspiraron las banquetas, techos e interiores de las casas.

Esta etapa incluyó la adquisición de 448 casas en la colonia Luís Echeverría, el área más inmediata a la empresa, que en algún momento fue propiedad de Ferrocarriles Nacionales de México y que, debido a los asentamientos irregulares, fue objeto de expropiación en 1979. En esta área se construyó el parque El Centenario, en el cual hay 9.600 árboles en una extensión de 18 hectáreas, además de un jardín de 5.000 m² con cactáceas de la región, y un vivero donde se germinan 40 mil árboles por año, mismos que se donan a la comunidad.

3. Acciones en materia de salud

El compromiso de asegurar la salud de los niños se cumplió con la instalación de tres centros de atención médica comunitaria, dos de ellos fijos y uno móvil. De esta manera, se garantizaba el suministro de medicamentos. Los médicos que atienden en estos centros y algunos de la región recibieron capacitación por expertos en toxicología ambiental y ocupacional.

En mayo de 1999, Peñoles constituyó un fideicomiso por 60 millones de pesos mexicanos para asegurar la vigilancia epidemiológica de la población expuesta a plomo.

El fideicomiso estaba integrado por el gobierno del estado de Coahuila, incluido el sector salud, miembros de la sociedad civil y la empresa. Este fideicomiso concluyó en mayo de 2004, fecha en que se constituyó uno nuevo administrado por la empresa, con lo cual el programa también pasó a su cargo. Para tal efecto, la empresa construyó un edificio donde se da atención médica a los niños.

Los principales rubros cubiertos por el fideicomiso fueron: la compra de equipo especializado para diagnóstico y análisis de plomo en sangre; mobiliario médico, equipo de cómputo y capacitación del cuerpo médico, entre otros. En el nuevo fideicomiso, un comité técnico, integrado por miembros de la comunidad, se encarga de revisar los avances y ajustes al programa.

4. Acciones en materia de comunicación

En este rubro, se diseñó e implementó una campaña de comunicación dirigida a la comunidad sobre prácticas higiénicas y aspectos relativos a la alimentación (la deficiencia de hierro y calcio propicia una mayor absorción de plomo). Para esta campaña, se elaboraron folletos y videos didácticos con información general en materia de higiene y nutrición, sobre cómo proteger a los niños de la ingestión de plomo. Asimismo, se organizaron pláticas sobre hábitos higiénico-dietéticos para las madres de familia de la comunidad a través de un grupo de trabajadoras sociales.

Las recomendaciones hechas comprometen tanto a la empresa como a la sociedad: la limpieza más profunda y cuidadosa de la planta, cumplir con normas nacionales y una mayor participación ciudadana. Experiencias en otros casos similares consideran que la limpieza debe ser más estricta dentro y fuera de la casa, ya que el plomo histórico no se limpia al mismo tiempo en toda el área impactada.

Una conclusión de los eventos entre la comunidad y Peñoles es que no pueden estar separados; su relación es intrínseca, semejante al desarrollo que tuvo la región como consecuencia del ferrocarril. La propuesta, entonces, es convivir en armonía con la sociedad, y Peñoles busca reducir aún más los microgramos de plomo en la sangre de los niños.

Los vecinos saben que la obligación del estado es promover la calidad de vida, así como una oportunidad para que la sociedad civil reivindique ese derecho a la obligación estatal y empresarial a que está referida, a la verificación de los resultados y a la garantía de participación de los vecinos afectados.

Recuadro 5 ALGUNOS DATOS ADICIONALES DEL CASO TORREÓN

- En mayo de 1999, se creó el fideicomiso para la atención de niños afectados por plomo.
- El Fideicomiso fue de \$60 millones de pesos
- Al ampliar su acción, el programa de metales ha revisado casi 20 mil niños
- Desde hace dos años, las familias han pedido un Centro Multidisciplinario para recibir una mejor atención, aunque esto no se ha concretado aún
- Hay temor de que una posible retirada de la Secretaría de Salud deje todo en manos de Peñoles
- El responsable del programa de metales ha reiterado que la atención continuará, aunque finalice el Fideicomiso
- Peñoles ha manifestado que continuará asegurando la atención a los niños
- Aún hay niños con altos niveles de plomo en sangre, aunque el promedio ha disminuido con el paso de los años.
- Es necesario que las acciones continúen cuando menos otros diez años.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas del Perú. Decreto Supremo 042-EM-2003.

El caso Peñoles ha sido una experiencia muy rica, con grandes enseñanzas para académicos, funcionarios, empresarios y ciudadanos. Ha puesto en evidencia el gran vacío legal y normativo que impide la atención oportuna y eficaz en casos similares. La divulgación de los hallazgos científicos a la población afectada ha sido una herramienta valiosa para promover la conciencia ciudadana (Albert, *op. cit.*).

Bien se decía anteriormente que esta situación tiene dos caras representadas en Peñoles: una, la de las viejas prácticas que derivaron en el problema mencionado, y otra, que es la forma como uno de los grupos empresariales mas fuertes de México lo ha enfrentado.

Para desarrollar esta parte, cabe mencionar que hay un compromiso público por parte de la alta gerencia del Grupo, que reconoce "... la responsabilidad no sólo de plantear problemas, lo cual es fácil, sino que de llevar a cabo las soluciones que sean viables y adquirir un compromiso para realizarlas".

Esta frase, pronunciada al inicio de la presentación del Ingeniero Jaime Lomelín Guillén, director general de Grupo Peñoles, fue expuesta en la XXV Convención Internacional de Minería celebrada en la ciudad de Veracruz, en octubre de 2005. El contexto en el cual fue pronunciada era claro, por ello tituló su intervención "Prepararnos para la crisis".

Pese al peso específico que tiene esta empresa en el contexto internacional, el director general ha reconocido uno de los atributos más determinantes de la vida minera. Esta industria no tiene el control de los precios; por lo tanto, la única alternativa es ser productor de bajo costo en todo momento. El Ing. Lomelín atribuye el incremento en los precios de cotización de los metales a "varios factores, entre los que se encuentran la baja inversión en exploración, la falta de apertura de nuevas minas, el gran interés de los fondos por invertir en las empresas tipo dot.coms que, entre paréntesis, han resultado un fiasco y no invertir en la vieja economía, y una demanda extraordinaria no esperada de China y países de Asia. En otras palabras, ha habido una fuerte demanda y una oferta muy limitada con el consecuente disparo de los precios."

El Ing. Lomelín considera que, para crecer, se deben crear nuevas fuentes de trabajo y mejorar el nivel de vida en México, y que para seguir haciendo minería, deberá existir un consenso sobre exploración, acceso a la tierra, recursos humanos e imagen corporativa. Identificó estos temas como prioridades para cualquier país minero y agregó datos como los siguientes: "En materia de exploración, México registró en una década una evidente caída en las cifras invertidas en la búsqueda de nuevos yacimientos: de 159 millones de dólares en 1998, a 56 millones de dólares en 2003". No sorprende, registra el directivo, "que el número de minas de plomo-plata se haya reducido de 350 en 1988 a menos de 100 en 2003, y que el saldo de la balanza comercial de más de 733 millones de dólares en 1998 haya pasado a un saldo negativo de menos 13,2 millones de dólares en 2003".

Vinculó esta caída en la inversión de exploración con la caída en los precios de los metales registrada luego de 1998, que continuó hasta 2003 y 2004. De allí concluye que al no haber inversión en exploración y siendo ésta "una actividad cuyos resultados se ven a largo plazo, que requiere capital de riesgo, que no se debe hacer con dinero prestado, demanda recursos humanos especializados y sobre todo persistencia, no puede estar sujeta a la volatilidad de los precios", hay que estimularla con incentivos tributarios pues, "no explorar tiene consecuencias negativas en el empleo, la producción, las exportaciones y los ingresos del estado por concepto de impuestos".

De la presentación en Veracruz, se debe rescatar la preocupación del director general de Peñoles por el acceso a la tierra. En esto coincide con analistas que, desde distintos sectores, han detectado una profunda transformación en los procedimientos habituales para acceder a las áreas en donde se encuentran los yacimientos, merced a la sostenida acción de ONG y organismos internacionales. Admite que en México y otros países, "han surgido casos de conflictos con grupos aborígenes y han sido temas de interés"; además, como muchos otros líderes del mundo empresarial, reconoce el papel de la Internet para conocer en cualquier lugar del mundo en tiempo real lo que sucede en Australia o en Sudáfrica.

Es muy importante y significativo que el director de un grupo industrial tan importante, manifieste su acuerdo sobre la necesidad de analizar los aspectos relativos a los derechos de propiedad minera y propiedad superficial, así como los regímenes superpuestos de protección ambiental, arqueológica, cultural y uso de suelo, y la presencia de limitaciones legales en función de grupos locales, puesto que esto implica un drástico cambio de actitud y, sobre todo, la

consecuencia con los dictados de la Declaración de Toronto dentro del proyecto MMSD. No es sólo una declaración hueca, es un valioso reconocimiento público de un compromiso empresarial que marca toda una actitud y una tendencia en la minería moderna. Como se verá más adelante, esta tendencia está concretada en acciones específicas, medibles y verificables.

Esta actitud es más significativa al considerar un acercamiento con los grupos locales, y habrá que considerar las necesidades propias de cada uno de ellos y “Olvidar la arrogancia: se quedaron atrás los tiempos en que la minería podía hacer lo que quisiera. Las ordenanzas españolas de los siglos XVI y XVIII ya desaparecieron. No se puede ignorar a las comunidades locales ni a las autoridades, aun cuando se tengan los derechos mineros de carácter federal”.

Asimismo, el Ing. Lomelín reiteró el respeto a la comunidad local, a sus tradiciones, su cultura, valores e inteligencia, tal y como lo ha mencionado la CEPAL en distintas oportunidades. Una información oportuna, amplia, clara y didáctica tiene mucho que ver con un involucramiento temprano con la comunidad en el conocimiento del proyecto, su impacto social y ambiental. De igual forma, la negociación local debe contar con negociadores nacionales con capacidades de comprensión, identificados y comunicados con sus líderes. Además, por el respeto que se debe tener por los usos y costumbres locales, los negociadores no deben inmiscuirse en la política interna del grupo y sólo recurrir a las autoridades si son bien aceptadas y respetadas, procurando en todo momento el beneficio local, asegurando que la comunidad vea la mejora para su condición de vida.

Esto es la antesala de las buenas prácticas y de la creación de un marco favorable para que, al interior de las organizaciones empresariales, se asuma como propia esa cultura. A todo ello se suma la preocupación por el recurso humano.

Por paradójico que parezca, hoy esta preocupación toma rumbos distintos de los que ocupaban, unos años atrás, la atención de los expertos. Hoy, por importante que sea y sin que se haya bajado la guardia en esa materia, los temas de seguridad industrial y de salud e higiene minera no son tan preocupantes como los de formación y sustitución de los trabajadores en una actividad que se está volviendo vieja, debido al poco interés que carreras tradicionales como las ciencias de la tierra despiertan en los jóvenes. Por ello, no es descabellado vaticinar que habrá países que tendrán que importar la mano de obra calificada con el fin de continuar el laboreo de sus minas. México no parece ser la excepción a esta situación y esto puede ser una excelente oportunidad para inducir y profundizar los cambios necesarios en los nuevos ingenieros, técnicos y obreros jóvenes, con el propósito de que se cuantifiquen las relaciones de la minería en la comunidad.

Quizás el aspecto más revelador de las intenciones de Peñoles, en cuanto a sus relaciones con la comunidad y a las buenas prácticas, son las palabras de su director, cuando al referirse a la imagen de la industria reconoce que, a pesar del aporte al bienestar colectivo que produce la industria minera y sus productos, éste pasa inadvertido, pues: “Es difícil que el común de la gente se percate que la minería es el primer eslabón de la cadena de valor entre la tierra y el consumidor. Sin este eslabón, no hay vida y no hay bienestar.”

El sentimiento antiminería del público es una preocupación generalizada, sobre todo entre los que se encuentran vinculados en toda la región a la actividad extractiva. Este reconocimiento es también el reconocimiento al “sentimiento relacionado con el deterioro ambiental y cicatrices que ha dejado la minería sobre la superficie de la Tierra, resultado de una actividad casi milenaria en épocas en las que no existía conciencia ni tecnología. La mala imagen es también resultado de la percepción de los riesgos de la actividad minera y de la salud del personal que labora en ella, así como de la toxicidad de algunos de sus productos.”

No siempre es fácil encontrar que un dirigente industrial admita “que la industria minera no ha sido capaz de transmitir la realidad de hoy, que actualmente hay una mayor conciencia y avances tecnológicos que permiten garantizar a la sociedad que nuestra actividad es tan segura

como la que se tiene en las minas con un ambiente sano, y que los materiales peligrosos y tóxicos están fuertemente regulados y son manejados en forma segura para la salud. Es nuestra responsabilidad y obligación redoblar los esfuerzos para mantener la licencia social y eliminar las inquietudes creadas por activistas, sin bases científicas, agendas y financiamientos ocultos que no responden de sus actos.”

Al admitir esta situación, propone que se practique y se muestre a la comunidad que la industria minera lleva a cabo prácticas de negocios éticos y responsables, y que desarrolla una administración estratégica del negocio en el desempeño de la salud, la seguridad y el ambiente, que aplica tecnologías de producción limpia, con un uso y manejo responsables de los minerales y metales.

IV. Buenas prácticas en la industria minera

A. Planta de tratamiento de aguas residuales de Met- Mex

El Grupo Peñoles es, en consecuencia, uno de los actores más visibles de la industria mexicana y como tal ha realizado esfuerzos no sólo en el ámbito de la responsabilidad social empresarial, sino también desde la perspectiva técnica de las buenas prácticas de metalurgia mediante su Programa Cero Descargas. De hecho, 35% de sus activos están destinados al tratamiento y la protección ambiental. Un ejemplo de ello son las plantas de tratamiento de aguas residuales, cuyo objetivo es optimizar el uso de agua y utilizar 100% de agua tratada en los procesos productivos.

Met-Mex Peñoles, S.A. de C.V., como parte del Grupo Peñoles, opera una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en convenio con el Sistema Municipal de Aguas y Saneamiento (SIMAS) de Torreón, Coahuila, una ciudad ubicada en la región de La Laguna, también llamada Comarca Lagunera (La Laguna), en el centro-norte del país. El propósito es depurar las aguas residuales provenientes de esa ciudad y utilizar el agua tratada en sus operaciones, para de esta forma aliviar la presión sobre el agua de primer uso para consumo de la población de la ciudad de Torreón.

B. Los recursos hídricos en México

Aun cuando, en términos generales, los recursos hídricos en la República Mexicana no son escasos —la precipitación anual promedio (773 mm) puede considerarse abundante— su distribución es heterogénea debido a la geografía y clima. Destacan dos grandes zonas de disponibilidad: la primera comprende el sur y sureste y, la segunda, el norte, centro y noroeste del país.

La disponibilidad de agua en la primera es siete veces mayor que en el resto del país. No obstante, en las zonas norte y centro, donde se genera 85% del Producto Interno Bruto (PIB), habita 77% de la población.

Los principales usos del agua son: agropecuario, abastecimiento público e industrial autoabastecida.

Agropecuario. Incluye los usos agrícola, pecuario, acuicultura y múltiples, entre otros. Éstos, excepto el agrícola, representan 6,5% del volumen de agua empleada. Por su parte, el volumen de agua concesionado para uso agrícola es de 57.462 hm³ anual.

Abastecimiento público. En este rubro se incluyen los usos público urbano, doméstico y el de las industrias y servicios que toman agua de las redes municipales de agua potable. El uso doméstico sólo representa 0.4% del volumen de agua empleada, mientras que el volumen concesionado para abastecimiento público es del orden de 10,670 hm³ anuales.

Industrial autoabastecida. Este rubro está conformado por los usos industrial, agroindustria, de servicios y generación de energía eléctrica (excepto hidroeléctricas), así como el uso en comercios. El volumen de agua concesionado para este uso es de 7.298 hm³.

En relación con las aguas residuales, los centros urbanos generan 225 m³/s, con un caudal tratado de 60.2 m³/s en 1.182 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales registradas. El principal método empleado para su tratamiento es el de lodos activados (40,7%). Cabe mencionar que más de 50% de estas instalaciones no funcionan adecuadamente.

En el caso de las aguas residuales industriales, se generan 258 m³/s y el caudal tratado es de 27,3 m³/s en 1.873 plantas registradas.

En la República Mexicana, el mayor problema de disponibilidad de agua se presenta en el Valle de México —integrado por el Distrito Federal y el Estado de México— considerado una de las zonas metropolitanas más pobladas del mundo, ya que tiene 20 millones de habitantes. Se trata de una cuenca cerrada de casi 1.800 km² de superficie, con una altitud media sobre el nivel del mar de 2.240 m, lo cual da origen a sus dos principales problemas en materia de agua: la dificultad para disponer de fuentes adicionales de suministro y la complejidad para desalojar las aguas residuales y excedentes de lluvia, problemas ambos que tienen altos costos económicos, energéticos, sociales y ambientales.

El suministro de agua en bloque al Valle de México es de 62 m³/s, pero existen alrededor de 7 m³/s adicionales que son extraídos del acuífero local mediante 1.642 pozos para riego. Esto significa que el Valle de México consume 69 m³/s. Sesenta y siete por ciento del agua proviene del subsuelo, 2% de manantiales y escurrimientos del propio valle, 10% del acuífero Lerma (ubicado en el Valle de Toluca a 2.300 msnm y a 70 km de distancia), y 21% del río Cutzamala (en el Valle de Bravo a 1.200 msnm y 150 km de distancia).

Esta extracción correspondería a 331 l/hab/d; no obstante, debido a fugas en el sistema hidráulico, la cantidad que reciben los habitantes es menor. De acuerdo con datos de la Organización Panamericana de la Salud, la cantidad de agua recomendable para zonas urbanas es

de 150 a 170 l/hab/d, aunque las fugas, que oscilan entre 37 y 43% del suministro, significa que se pierden por este concepto casi 23 m³/s, cantidad suficiente para abastecer a una población de ocho millones de habitantes.

En el Valle de México, la situación se torna cada día más difícil. Se estima que para el año 2010, esta región contará con aproximadamente 21 millones de habitantes, de los cuales 58% se ubicarán en el Estado de México y el 42% restante en el Distrito Federal. Por ello, la demanda de agua se incrementará 10m³/s.

C. La situación del agua en la región de La Laguna

El territorio mexicano está cubierto por una gran diversidad de climas. Al norte, predominan los climas árido y semiárido, en los cuales el uso eficiente del agua cobra especial importancia para la producción.

La región de La Laguna o Comarca Lagunera se ubica en una de las zonas de menor precipitación y mayor evapotranspiración de México. Su entorno árido se compensa con la presencia de los ríos Nazas y Aguanaval, cuyas corrientes han sido empleadas de manera intensiva desde el siglo XIX, etapa en la que se conformó como un área geoeconómica de importancia regional y nacional.

La Laguna se ubica en la parte centro-norte de la República Mexicana, en los límites de los estados de Coahuila y Durango. Está formada por 16 municipios, 11 de los cuales pertenecen a Durango: Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, Rodeo, Nazas, Simón Bolívar, Cuencamé, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero y San Pedro del Gallo; y cinco municipios pertenecientes a Coahuila: Torreón, San Pedro de las Colonias, Matamoros, Francisco I. Madero y Viesca.

La Comarca Lagunera colinda al norte con el estado de Chihuahua y los municipios de Sierra Mojada y Cuatrociénegas, del estado de Coahuila, al oeste con los municipios de Indé y Villa Hidalgo, del estado de Durango, al sureste con el estado de Zacatecas y al este con el municipio de Parras, Coahuila.

La extensión territorial de los municipios que forman La Laguna es de 47.888 km². La región está marcada por fuertes contrastes y un desarrollo desigual, sobre todo entre el medio rural y urbano. En la primera mitad del siglo XX, la economía de La Laguna se sustentaba en el monocultivo del algodón y el uso intensivo del agua. Con la caída del precio internacional del algodón, al surgir en los mercados fibras sustitutas más competitivas durante el decenio de 1950, se impulsan las actividades pecuarias enfocadas en la producción de leche y la diversificación de cultivos, como los forrajes, la vid y el nogal.

La ganadería de la Comarca Lagunera se practica en los grandes distritos de riego situados en el altiplano mexicano. En este sistema se encuentra 8% de las cabezas de ganado lechero, que aportan 25% de la producción y más de 80% de la leche pasteurizada. Su contribución al total nacional es cercana a 8% de la producción láctea nacional. El desarrollo de la región se basó en la explotación irracional del agua, lo que derivó en una grave crisis.

Mapa 1
COMARCA LAGUNERA



Fuente: Elaboración propia.

En esta región, la mayor fuente de aguas subterráneas es el Acuífero Principal, que forma parte de las 653 unidades hidrogeológicas o acuíferos registrados en todo el país, y está incluido en los 102 que se encuentran sobreexplotados.

El acuífero principal corresponde administrativamente a la Región Cuencas Centrales del Norte, subregión Comarca Lagunera. La región de las cuencas centrales incluye 72 acuíferos, de los cuales 23 están sobreexplotados y ocho presentan el fenómeno de salinización de suelos y aguas salobres. La extracción asciende a 2.738,51 hm³ y la recarga se ubica en los 2.106,62 hm³, por lo que existe un déficit aproximado de 631.89 hm³. Este acuífero ha sido identificado por la Comisión Nacional del Agua (CNA) como uno de los tres más sobreexplotados de la región. Los niveles freáticos alcanzan ahora 130 metros de profundidad en algunas áreas, cuando en 1940 llegaban a 10 metros.

El acuífero principal se extiende por los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí y Tlahualilo, en el estado de Durango, así como por los de Matamoros, Viesca, Torreón, Francisco I. Madero y San Pedro, en Coahuila. Este acuífero, además, constituye la fuente con la más alta variación negativa en su almacenamiento (- 421.65 Mm³/año) con una diferencia significativa con el acuífero Ceballos, el cual se ubica en el segundo lugar en términos del mismo indicador (- 47,9 Mm³/año).

De los ocho acuíferos de la subregión de la Comarca Lagunera, otros tres también se hallan sobreexplotados: Ceballos, Oriente-Aguanaval y Vicente Suárez. En lo que respecta a la disponibilidad del agua, el balance geohidrológico de la CNA señala que tan sólo tres de los acuíferos (Nazas, Acatita y Las Delicias) cuentan con una disponibilidad adicional que va de 1,71 Mm³/año (Nazas) a 14.31 Mm³/año (Las Delicias).

D. Manejo del agua en Met-Mex Peñoles

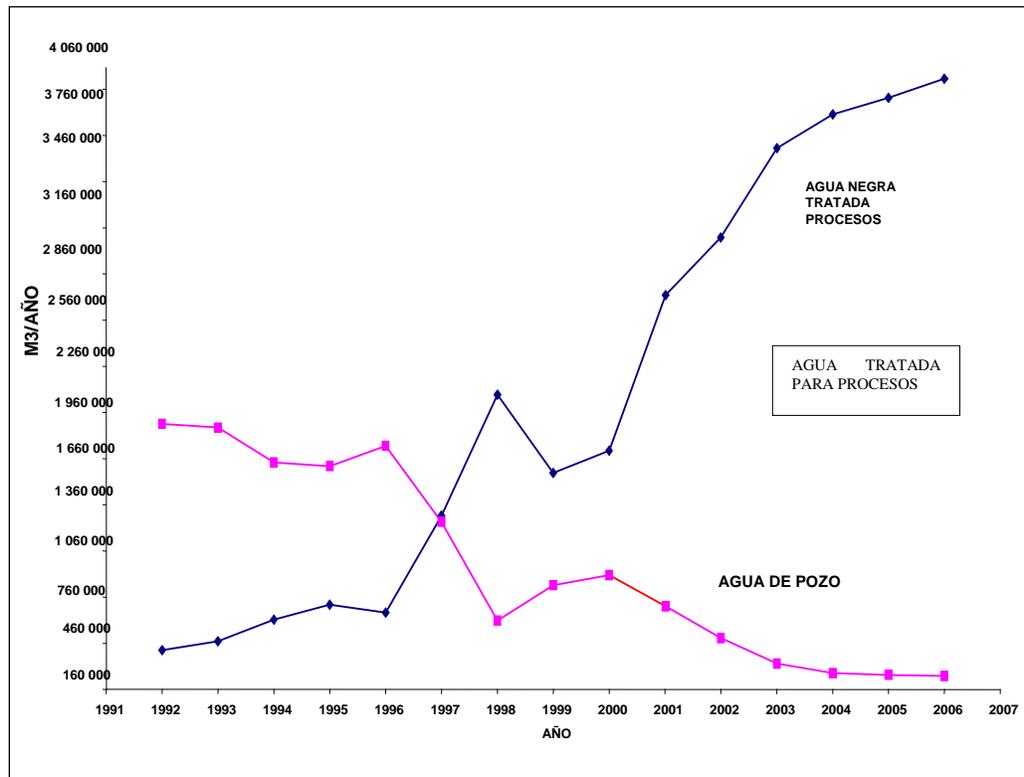
En 1994, Met-Mex Peñoles recibió los derechos de agua de cuatro pozos para su propio abastecimiento, los cuales se acreditan por medio de un título de concesión expedido por la Comisión Nacional de Agua (CNA), e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua. Esta concesión tiene una vigencia de 50 años, contados a partir de su expedición.

Por la escasa disponibilidad de agua en la región de la Comarca Lagunera y por la certeza de las necesidades de la población del vital líquido, Met-Mex Peñoles construyó una ampliación a la PTAR y cede sus derechos sobre estos pozos al SIMAS. Esta cesión de derechos incluye el equipo de extracción, conducción y medición, así como la energía eléctrica que su operación requiere.

El convenio incluye el compromiso del SIMAS de suministrar aguas residuales de la red de drenaje municipal a Met-Mex, con el fin de que ésta las depure y aproveche un volumen determinado en sus procesos industriales y servicios, y entregue al SIMAS un volumen de 6 l/s para irrigar el Parque Municipal Venustiano Carranza.

Gráfico 1

RELACIÓN DE CONSUMO DE AGUA DE POZO YAGUA TRATADA PARA PROCESOS EN MET-MEX PEÑALES, S.A. DE C.V.



Fuente: Industrias Peñoles. Informe de Desarrollo Sustentable, 2006

E. Planta de tratamiento de aguas residuales

Una de las primeras medidas ambientales adoptadas por Met-Mex fue la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (en 1972), para depurar las aguas negras generadas en la unidad habitacional, neutralizar sus propios efluentes industriales y reutilizarla internamente. A partir de entonces, se han realizado diversos trabajos de ampliación para incrementar el volumen tratado.

En un inicio, sólo se trataba agua industrial y del área habitacional de la unidad. Hoy opera con aguas residuales municipales a un flujo de 140 l/s, esto es, 500.000 l/hora; cuenta con dos cárcamos de bombeo, uno a 450 metros y otro a 1.100 metros; el cárcamo municipal se localiza a 450 metros de la instalación.

Antes de la construcción de la segunda PTAR (en 1994), se arrancó el primer módulo de ósmosis inversa empleando agua de pozo para desmineralizar y disminuir el consumo de reactivos para regeneración de las unidades de intercambio iónico —el único proceso usado hasta entonces para desmineralizar. Asimismo, se redujo el consumo de soda cáustica de 40 ton a 14 ton mensuales. El tren de tratamiento de aguas residuales de la planta consta de tres etapas: tratamiento primario, secundario y terciario.

1. Tratamiento primario

Consiste en la separación de materia flotante mediante rejillas convencionales y a través de un elevador de canchales, antes de someterla a un proceso de aireación, con el fin de evitar malos olores. El equipo que integra esta etapa es un cárcamo municipal, con un tiempo de retención de 0.5 hr, y su variable de control es la materia flotante.

2. Tratamiento secundario

Este tratamiento se inicia con la dosificación de agua cruda proveniente de un tanque regulador, el cual alimenta a cinco biorreactores que operan mediante aireación extendida; el tiempo de residencia de los reactores es de 24 horas. Existe un retorno de lodos del orden de 40% y un sistema de filtros prensa para desaguarlos y dejarlos con 60% de humedad. Estos lodos se emplean posteriormente como sustrato para el vivero y la restauración de áreas verdes.

Un porcentaje del agua tratada en esta etapa de tratamiento se emplea para riego. La eficiencia de la planta de tratamiento en la etapa secundaria oscila entre 95 y 98%, expresada como remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). La planta cuenta con su propio laboratorio para análisis de agua.

Esta fase de la PTAR se encuentra integrada por cuatro equipos: tanque activador, reactor biológico, clarificador secundario y tanque alimentador a filtros.

3. Tratamiento terciario

El tratamiento terciario consiste en un tren de filtración con carbón activado y otro con arena antracita para eliminar color y sólidos suspendidos. El equipo que se encuentra en esta etapa del tratamiento es el siguiente: filtros multimedia, filtros de carbón activado y canal de desinfección.

4. Manejo de lodos

Durante esta etapa, se captan los lodos sedimentados en los clarificadores secundarios, que retornan hacia el tanque activador de lodos. Cuando hay un exceso de sólidos suspendidos, se purga lodo del retorno hacia el tanque digestor. Se deshidrata el lodo digerido para su confinamiento como residuo sólido estabilizado. El agua filtrada regresa al tanque de bombeo de lodos. El equipo que integra esta etapa es el siguiente: tanque de retorno de lodos, digestor aeróbico de lodos y filtro prensa.

5. Caracterización del agua del influente y efluente de la planta de tratamiento

Cuadro 1
VALORES PROMEDIO DEL AGUA DE ENTRADA Y SALIDA

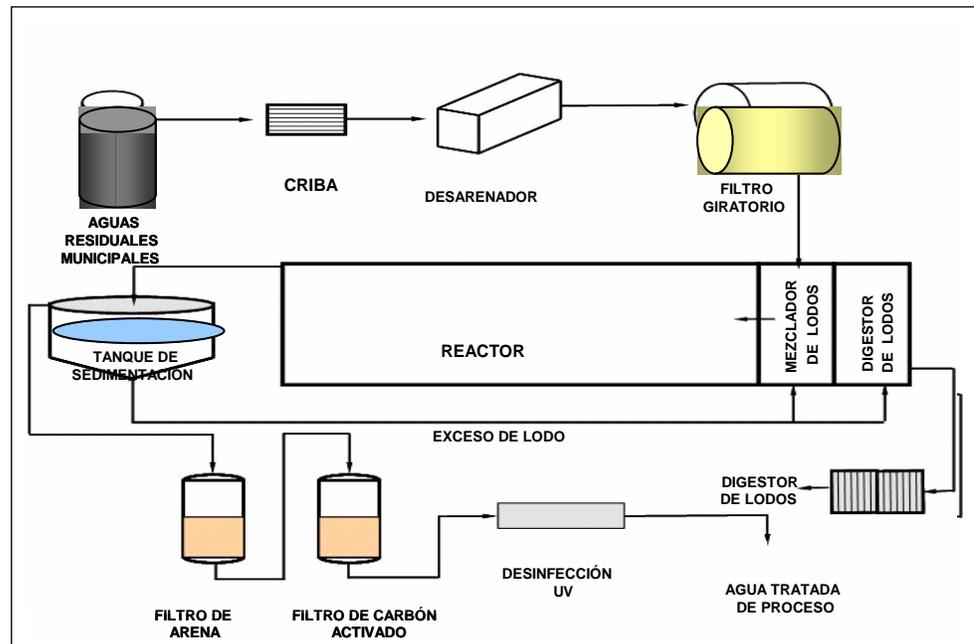
	Agua negra cruda	Agua tratada mg/l	Después de O inversa	Después de In iónico
DBO ₅	330	<5	0	0
DQO	609	n.d	-	-
SST	40	15	0,5	0,3
STD	1 300	1 300	80	5
pH	7,0	7,0	6,0	6,0
Dureza	400	400	10	<1,0
Ca	120	120	3	<1,0
Na	160	153	-	-
PO ₄	20	15	2	0
Cl	120	110	15	<1,0
Mg	30	30	<1,0	<1,02
SiO ₂	30	30	5	<1,0
NO ₃	1,5	55	-	-
SO ₄				
Cond	1 700	1 700	60-80	<5
Fosfatos	53,5	5,16	-	-
Materia flotante	presente	Ausente	-	-
Grasas y aceites	270,2	4,08	-	-

Fuente: Presentación Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Met-Mex, 2005

6. Características de los microorganismos

Para conocer la calidad del agua de tratamiento, se llevó a cabo un análisis. Los microorganismos que se pudieron observar fueron por lo general los mismos para las diferentes etapas del proceso. En cuanto a la población microbiana, al inicio se observa en el reactor una diversidad de protozoarios y, conforme se avanza, predominan los rotíferos.

Diagrama 2
TREN DE TRATAMIENTO GENERAL



Fuente: Presentación Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Met-Mex, 2005

7. Principales usos del agua residual tratada

- En los procesos de las plantas de zinc (lixiviación, enfriamiento y preparación de reactivos.)
- Para la generación de vapor en la planta de tostación, una vez que se desmineraliza.
- En los procesos de fundición para enfriamiento de los equipos, así como de las chaquetas de los hornos y para controlar la humedad en los concentrados.
- Riego de áreas verdes, del Bosque del Centenario, del Parque Municipal Venustiano Carranza y riego de áreas verdes de algunas escuelas vecinas a la comunidad.

8. Beneficios del agua tratada

- Contribuye a disminuir el grado de sobreexplotación de los acuíferos.
- Potencial liberación de agua potable para ser utilizada en el consumo humano, al poder cubrir sus propias necesidades (12,000 m³/d de agua residual tratada).
- Disminuye el costo de producción.
- Al no depender del agua de pozo, asegura la continuidad de las operaciones de Met-Mex y brinda mayor estabilidad al negocio.
- Promoción del lodo orgánico en el mejoramiento de suelos.
- Generación de proyectos encaminados a continuar con la filosofía de Peñoles de Cero Descargas y de su propia misión: “Agregar valor a los recursos naturales no renovables en forma sustentable”.
- Disminución en consumos de agua de primer uso y, por lo tanto, ampliación de los márgenes de utilidad, de manera que aumente el valor de los productos por impacto ambiental causado.

F. Unidad Francisco I. Madero

Se trata de un conjunto de actividades minero-metalúrgicas y de manejo ambiental, localizado en el municipio de Morelos, 12 kilómetros al norte-poniente de la ciudad capital de Zacatecas. Esta mina es productora de zinc y se considera la más grande de su tipo en México.

Durante los decenios de 1940 y 1950, el área fue explorada por medio de catas someras (obras mineras de poca profundidad). La zona de Francisco I Madero fue cobijada por la figura de Reserva Minera Nacional (RMN) en 1975. Los trabajos formales de exploración del proyecto se inician cuando la Compañía Fresnillo adquiere la RMN Francisco. I. Madero, en julio de 1994.

1. Situación del agua en Zacatecas

La ciudad de Zacatecas, declarada hace una década Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO, se encuentra a 2,496 metros sobre el nivel medio del mar; su clima es seco y templado, con una temperatura promedio anual de 16° C, y cuenta con una población de 1.400.000 habitantes (proyección estimada con base en el XII Censo General de Población y Vivienda, 2000).

El estado y la región de Zacatecas son importantes productores de materias primas de origen agrícola, pecuario y minero. De las minas zacatecanas se producen principalmente plata, plomo, zinc, oro, cobre y cadmio; además cuenta con importantes yacimientos de minerales no metálicos

de uso industrial como caolín, ónix, cantera, wallastonita y cuarzo, entre otros. De ahí la centenaria tradición joyera argentífera de la ciudad.

Sus principales corrientes de agua pertenecen a dos vertientes: la del Golfo de México, que drena cerca de 62% de su territorio, y que está integrada por el río Grande, que pasa por Coahuila con el nombre de Aguanaval, y la vertiente del Océano Pacífico, a la que pertenecen los ríos Valparaíso y Colotlán, que cubren el 38% restante.

El territorio del estado atraviesa por una grave situación en cuanto a la disponibilidad del agua, dado que los 34 acuíferos se encuentran sobreexplotados. La población carece de una cultura del cuidado del agua y 50% de ésta se emplea en el riego agrícola; 40% se destina a las ciudades, aunque el desperdicio en fugas es de 30 por ciento.

Dentro de las medidas que se han adoptado para hacer frente a esta problemática podemos mencionar la captación de agua con la construcción de presas, pozos y abrevaderos, y la construcción de sistemas de agua potable y plantas de tratamiento en 200 comunidades rurales.

2. Planta de tratamiento de agua en la unidad Francisco I. Madero

En México, la descarga de aguas residuales industriales representa 17% de la carga de contaminantes de aguas residuales municipales de todo el país, y sólo 21% de ésta recibe tratamiento de algún tipo antes de su descarga.

Son bien conocidas las dificultades de numerosas municipalidades de la República Mexicana para tratar las aguas servidas. Es frecuente que, debido a problemas presupuestarios, se retrase el tiempo de construcción de las obras requeridas para el manejo de estas aguas.

Por ello no es de extrañar que, mediante un acuerdo entre la mina Francisco I. Madero y la ciudad de Zacatecas, se haya dado un excelente ejemplo de simbiosis entre las necesidades ambientales de la comunidad y las necesidades técnicas de una mina.

Lo anterior se materializó mediante la suscripción de un convenio para establecer el aprovechamiento de aguas negras del sistema de drenaje de la ciudad de Zacatecas con el gobierno de ese estado a través de la Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas (JIAPAZ), cuyo propósito es aprovechar un caudal de 120 l/seg. de aguas negras provenientes del punto de descarga conocido como El Orito, para el suministro de agua en los procesos de concentración de minerales de la mina.

Dentro del convenio, se estableció que la unidad Francisco I. Madero se haría cargo de las obras necesarias para el traslado de las aguas negras desde El Orito, instalando una tubería de 17.2 kilómetros de longitud, hasta la planta de tratamiento de aguas residuales, la cual cuenta con una capacidad de diseño de 120 l/s.

Como resultado, 100% del agua utilizada en el proceso proviene de agua residual tratada, contribuyendo así a disminuir el grado de sobreexplotación de los acuíferos y liberar agua de primer uso para el consumo humano. De otro modo, habría sido necesario extraerla de acuíferos, lo cual constituiría un desafío ambiental.

Con el propósito de lograr la calidad de agua para usos diversos, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas, el proceso de tratamiento de aguas residuales consta fundamentalmente de dos etapas: el tratamiento físico y el tratamiento biológico. Los valores del agua de entrada y salida de la planta de tratamiento, según los análisis de la mina, son los siguientes:

Cuadro 2

PARÁMETROS DE CONTROL PARA EL AGUA DE LA PLANTA EN UNIDAD FRANCISCO I. MADERO

VALORES DE ENTRADA		VALORES DE SALIDA	
pH	6 – 8 unidades	pH	6 – 8 unidades
DBO ₅	150 mg/lit	DBO ₅	20 mg/lit
DQO	300 mg/lit	DQO	50 mg/lit
Grasas y aceites	75 mg/lit	Grasas y aceites	<5 mg/lit
SST	150 mg/lit	SST	15 mg/lit
S. Sed.	15 ml/lit	S. Sed.	< 1 ml/lit
Materia flotante	presente	Materia flotante	ausente
Ntotal	50 mg/lit	Ntotal	14 mg/lit
Ptotal	10 mg/lit	Ptotal	6 mg/lit
Coliformes fecales	1 millón NMP	Coliformes fecales	<1000 NMP

Fuente: Presentación Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Met-Mex, 2005.

a) Tratamiento físico

El propósito de esta etapa es eliminar sólidos flotantes y partículas sedimentables a través de un sistema de cribas, mallas, trampas y desarenadores. En la primera parte del proceso, se hace un pretratamiento para remover sólidos, grasas y aceites. Los sólidos mayores de un centímetro se remueven por medio de una criba gruesa o rejilla de solera, colocada entre 45 y 60° sobre la horizontal. Posteriormente, los sólidos mayores de un milímetro son removidos por medio de una criba fina de limpieza automática.

El influente aún lleva partículas inorgánicas menores de un milímetro; por lo tanto, se separan a través de un canal desarenador que, al retenerlas, evita la abrasión en equipos sumergibles de retorno de lodos y difusores de aireación.

Luego de este paso de pretratamiento, el influente pasa a través de una trampa de grasas y aceites, que consta de un tanque con mamparas donde se crean zonas de baja velocidad de flujo, que provocan un efecto de diferenciación de densidades. Debido a la menor densidad específica de las grasas y aceites con respecto al agua, éstas tienden a flotar para formar una nata o interfase agua-aceite, que es retirada por medio de un desnatador mecánico; las grasas y aceites se colocan en un pequeño contenedor para su disposición final.

b) Tratamiento biológico

El propósito de esta etapa del proceso es metabolizar la materia orgánica contenida en el agua, mediante microorganismos aeróbicos.

Después del pretratamiento físico, el influente pasa por gravedad a un registro de entrada donde el agua residual se mezcla con los lodos biológicos de retorno para distribuirse homogéneamente a través de tres vasos comunicantes de descarga. La depuración biológica se logra a través de un Estanque Biolak®-WOX (B-201), cuya capacidad es de 8.150 m³. Este sistema cuenta con una etapa integrada de separación y retorno de lodos.

G. La mina Proaño y la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)

La mina Proaño es otra de las unidades mineras del Grupo Peñoles dedicada a la exploración, explotación, concentración y comercialización de concentrados de mineral de plata-plomo y de plata-zinc. Se encuentra en el estado de Zacatecas, municipio de Fresnillo, a una altura de 2.200 metros sobre el nivel del mar.

Como parte fundamental de las Buenas Prácticas en esta mina, se ha desarrollado una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), la cual registró en 1999 ante la Dirección General de Vida Silvestre, dependiente de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con el fin de proteger diversas especies decomisadas por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Esta unidad lleva por nombre Parque Ecológico Mina Proaño.

El objetivo general de una UMA es conservar el hábitat natural de sus poblaciones y ejemplares de especies silvestres. Sus objetivos específicos son: restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable.

Las UMA funcionan como centros productores de pies de cría, como bancos de germoplasma, como nuevas alternativas de conservación y reproducción de especies y —en actividades de investigación, educación ambiental y capacitación— también como unidades de producción de ejemplares, partes y derivados que puedan ser incorporados a los diferentes circuitos del mercado legal.

Los tipos de aprovechamiento de las UMA pueden ser extractivos (cacería deportiva, mascotas, ornato, alimento, insumos para la industria y la artesanía, exhibición y colecta) o no extractivos (ecoturismo, investigación, educación ambiental, fotografía, video y cine).

En la actualidad, de acuerdo con el esquema del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA) de la SEMARNAT, se han incorporado 7.230 UMA, que representan una extensión de 25,73 millones de hectáreas (13,09% del territorio nacional).

Por lo que se refiere al estado de Zacatecas, las especies sujetas a manejo y aprovechamiento cinegético más representativas son el venado cola blanca (con dos subespecies (*Odocoileus virginianus miquihuanensis* y *O.v. couessi*), guajolote silvestre, así como pecarí de collar, puma, coyote, gato montés, liebre y conejo. En la actualidad, el estado cuenta con 63 UMA extensivas registradas, con un total de 219.461 hectáreas, nueve UMA intensivas y tres más de exhibición.

1. Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre: Parque Ecológico Mina Proaño

El Parque Ecológico Mina Proaño inicia sus actividades como apoyo para la rehabilitación de especies decomisadas por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para su posterior liberación. Ocupa una extensión de 12 hectáreas y se localiza en la ciudad de Fresnillo, ubicada en la porción central del estado de Zacatecas, aproximadamente 60 kilómetros al noroeste de la capital de este estado.

La UMA tiene convenios de colaboración y de intercambio de especies con otras unidades cercanas como el Zoológico de Zacango, en el Estado de México, el Parque la Encantada y UMA Modelo, en Zacatecas, y UMA El Álamo, en el estado de Coahuila.

Los ejemplares que llegan a la UMA son decomisados por la PROFEPA en domicilios, o bien son donados por particulares que los han mantenido como mascotas. La unidad tiene la obligación y la responsabilidad de elaborar un acta para cada una de las especies que ingresan en la UMA (planta o animal) y estar autorizada por este organismo federal. Cada año, la UMA tiene la obligación de presentar ante esta dependencia un informe detallado de sus inventarios de flora y fauna. Por su parte, la PROFEPA podrá llevar a cabo una auditoría ambiental cuando lo disponga.

2. Educación ambiental en el Parque Ecológico Mina Proaño

La construcción se inició en julio de 1998 y se concluyó tres años después, el 14 de agosto de 2001, fecha en que fue inaugurado. El propósito del parque es “proporcionar un espacio para mostrar la conservación de la flora y fauna, que inspire tranquilidad en armonía con la naturaleza”; su misión es “brindar esparcimiento en armonía con la naturaleza”.

El parque ofrece visitas guiadas que inician con un recorrido al interior de una mina que estuvo en operación. Para ello se avanza por el socavón El Porvenir, de 980 metros de largo, a una altitud de 2.221 metros sobre el nivel medio del mar. Los visitantes suben casi 90 metros hasta el mirador que se encuentra en la parte superior del cerro Proaño, desde donde tienen una vista panorámica de la ciudad de Fresnillo. Durante el recorrido, el visitante observa diversos equipos que se usaban en la mina, minerales y esculturas o pinturas que describen la evolución de la minería.

Actualmente, se está desarrollando un sistema de ambientación sonora con efectos mineros para darle mayor información al visitante, así como la exhibición de materiales audiovisuales sobre la minería y la UMA, dentro del socavón. Concluido el recorrido bajo tierra, se regresa al sitio de partida, emprendiendo el descenso por ocho puentes colgantes sobre algunos cuerpos de agua. En el recorrido se pasa junto a un jardín con diversas especies de cactáceas que han sido decomisadas por la PROFEPA, o trasladadas de su lugar de origen con el fin de protegerlas. La UMA cuenta con un inventario de flora silvestre que asciende a 168 ejemplares pertenecientes a 19 especies.

Cuadro 3
INVENTARIO DE FLORA COMÚN

Nombre común	Nombre científico	Cantidad
Biznaga	<i>Ferocactus latispinis</i>	12
Biznaga	<i>Mammillaria heyderi</i>	1
Biznaga	<i>Mammillaria abconella</i>	2
Biznaga	<i>Mammillaria nejapensis</i>	2
Biznaga	<i>Mammillaria sp.</i>	3
Biznaga de chilitos	<i>Mammillaria uncinata</i>	15
Cactus	<i>Echinocereus triglochidistus</i>	8
Cardenche	<i>Opuntia imbricata</i>	6
Cardón	<i>Echinopsis sp.</i>	14
Cardón	<i>Cereus sp.</i>	8
Cardón	<i>Stephelia gigantea</i>	3
Cardón rojo	<i>Ferocactus pilosu</i>	1
Lechuguilla	<i>Agave lechuguilla</i>	4
Magüey cenizo	<i>Agave asperrima</i>	18
Nopal cegador	<i>Opuntia midrodasys</i>	2
Nopal duraznillo	<i>Opuntia leucontricha</i>	3
Nopal tapón	<i>Opuntia robusta</i>	3
Palma china	<i>Yuca decipiens</i>	37
Pitaja agria	<i>Machaerocerus gumusus</i>	26
Total		168

Fuente: UMA Proaño, 2006.

Asimismo, durante el descenso es posible observar distintas especies de fauna silvestre de la región, así como algunos especímenes exóticos en semilibertad, además de un aviario.

La unidad cuenta con 117 ejemplares de fauna silvestre pertenecientes a 31 especies, entre los que se encuentran el gato montés, coyote, tejón, mapache, jaguar, oso negro, águila, serpientes y aves. A continuación se detalla el inventario de especies:

Cuadro 4
INVENTARIO DE FAUNA COMÚN

Nombre común	Nombre científico	Cantidad
Águila cara cara o quebrantahuesos	<i>Polyborus plancus</i>	3
Águila real	<i>Aquila chrysaetus</i>	2
Aguililla cola roja	<i>Buteo jamaicensis</i>	5
Aguililla de harris	<i>Parabuteo unicinctus</i>	9
Avestruz	<i>Struthio camelus</i>	3
Borrego muflón	<i>Ovis canadensis</i>	1
Búfalo acuático	<i>Bubalus bubalis</i>	5
Búho	<i>Buho virginianus</i>	7
Cenzontle	<i>Mimus poliglottos</i>	2
Coyote	<i>Canis latrans</i>	12
Gato montés	<i>Lynx rufus</i>	7
Halcón cernícalo	<i>Falco sparverius</i>	3
Iguana negra	<i>Ctenosaura pectinata</i>	2
Iguana verde	<i>Iguana verde</i>	3
Jaguar	<i>Pantera onca</i>	2
Loro occidental	<i>Amazona finschi</i>	3
Mapache	<i>Procyon lotor</i>	3
Mono araña	<i>Ateles geoffroyi</i>	1
Oso negro	<i>Urdus americanus</i>	3
Pavorreal	<i>Pavo cristatus</i>	3
Perico aliverde	<i>Tayassu tajacu</i>	4
Perico aliverde	<i>Aratinga holochlora</i>	1
Tejón o tlacoyote	<i>Taxidea taxus</i>	2
Tordo cabeza amarilla	<i>Xanthocephalus</i>	4
Tortuga de desierto	<i>Gopherus hagens</i>	6
Tortuga de río	<i>Terrapene ornata</i>	5
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus caes</i>	1
Víbora alicante	<i>Pituophis deppei jani</i>	4
Víbora de cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	2
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	7
Zorrillo	<i>Spilogale gracilis</i>	2
Total		117

Fuente: UMA Proaño, 2006.

El parque ha adoptado una serie de protocolos para el cuidado de los ejemplares, como la verificación diaria de su estado a cargo de un técnico responsable de la UMA. Asimismo cuenta con servicios veterinarios para garantizar la salud de los animales, a quienes se les practica de manera rutinaria desparasitación y vacunación, entre otros cuidados. Cada ejemplar cuenta con un expediente clínico detallado.

Cada animal tiene una dieta estricta que le provee una alimentación balanceada y dosificada de acuerdo con las necesidades de su especie y, una vez por semana, se le somete a un ayuno prescrito por el veterinario para limpiar sus tractos digestivos.²

Debido a la afluencia de visitantes, en 2004 se inauguró la segunda etapa o ampliación, a la que se denominó Parque Ecológico Los Jales, ubicado en una superficie de 29 hectáreas sobre antiguas presas de jales que se han venido forestando desde hace 28 años.

² El parque ecológico promueve la recepción de visitas escolares programadas de lunes a viernes, de las 10:00 a las 14:00 horas, las cuales deberán solicitarse por escrito al departamento de Capacitación y Comunicación a la siguiente dirección: Eduardo_Velasco@penoles.com.mx.

Este parque, cuyo propósito es crear una cultura ambiental entre la población, ofrece paseos en bote o kayak, rapel, pared escaladora, tirolesa y espacios al aire libre para disfrutar de paseos en bicicleta y, sobre todo, de la naturaleza.

Cuenta con cuatro lagos, un canal de dos kilómetros de longitud y la cascada Elefante Blanco, todos ellos artificiales. También hay un embarcadero, desde donde se inicia el recorrido por el canal en trajineras. El agua que se utilizó para llenar el canal y los lagos —cuya profundidad media es de 1.5 metros— se extrajo del interior de la mina.

Asimismo, los lagos sirven de refugio a diversas especies de aves migratorias de diferentes zonas del país, así como del sur de Canadá y norte de Estados Unidos. En éstos, también se puede encontrar vegetación como el tule cola de gato, álamo, sauce, pirul, fresno y carrizo.

Las visitas se deben realizar bajo la conducción de un guía o líder, el cual ha sido capacitado a través de pláticas de inducción y un guión que se revisa y actualiza cada cuatro meses. El desempeño de los líderes o guías es evaluado periódicamente.

Con el fin de difundir los aspectos relacionados con los conceptos de sustentabilidad, el parque promueve la participación de jóvenes estudiantes de servicio social de la Universidad Autónoma de Fresnillo, del Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Fresnillo, y de la Universidad Politécnica de Zacatecas. Su entrenamiento incluye capacitación en primeros auxilios.

Entre los proyectos de mediano plazo se encuentra el desarrollo de diversas ecotécnicas, como el Sistema Unitario de Tratamiento de Aguas Negras (SUTRANE) para tratar las aguas negras de los sanitarios. Este sistema se utilizará con fines demostrativos y educativos en ambos parques.

El parque abre sus puertas al público los sábados y domingos de 10:00 a 16:00 horas; los recorridos también se hacen acompañados de un guía y tienen un costo de recuperación. Ambos parques cuentan con la señalización necesaria e instrucciones, que los visitantes deben seguir dentro de sus instalaciones. Además cuenta con programas especiales para celebrar el Día Mundial del Medio Ambiente, la Semana Ambiental y cursos de verano.

El ejemplo de Industrias Peñoles y las instalaciones mineras de Proaño muestran lo que puede hacer una empresa minera en términos de recuperación y conservación, tanto del patrimonio biológico —el entorno y su biodiversidad— como de las tradiciones y del patrimonio cultural.

V. Conclusiones

Una actividad tan antigua como la minería no puede responder de improviso, con hechos visibles, a los drásticos y rápidos cambios en los conceptos de ambiente y sustentabilidad. Si bien es cierto que siglos de explotaciones mineras han dejado huellas y cicatrices en todo el planeta, cabe recordar que los modernos conceptos que se han generado en torno de la protección ambiental apenas se comenzaron a discutir medio siglo atrás, mientras que la industria tiene milenios de actividad.

Desde luego, este hecho irrefutable no exime a la industria de actuar con responsabilidad ni de adecuarse a los nuevos modelos ambientales que demanda el público. Es su obligación, en especial en todos los nuevos proyectos, incorporar desde la etapa de análisis de factibilidad un análisis de costo ambiental. Si la mina no es factible en lo ambiental, nunca será factible en lo económico y, tarde o temprano, la comunidad pasará la cuenta y los intereses serán cada vez más altos.

Los conflictos que ha afrontado la industria minera, como ilustra el caso de Industrias Peñoles, son un claro ejemplo de lo que fue la minería de ayer. No obstante, el proceso de corrección y ajuste que está en marcha en todo el mundo refleja, en esa misma empresa, lo que es la industria actual.

Reconocer la necesidad de tener opiniones favorables de las comunidades sobre las actividades mineras es una clara demostración de que los tiempos en los que no existía el concepto de sustentabilidad han quedado atrás y dan paso a conceptos como la remediación de los pasivos ambientales, el cierre de minas, la responsabilidad social corporativa y más recientemente las comunidades sustentables.

Queda un largo camino por recorrer, pero la senda está trazada con los nuevos modelos ambientales y con la consagración de derechos ciudadanos como la consulta, el derecho a un ambiente sano y el derecho a hacerse presentes en las decisiones que les atañen.

Esto último es fundamental dado que, en la actualidad, las disputas por las labores mineras no siempre están caracterizadas por la ecuanimidad, menos por el conocimiento técnico y científico, aunque sí por el temor, las verdades a medias y, en no pocas ocasiones, por intereses ocultos movidos por quienes se abrogan representatividades que suelen ser, muchas veces, oportunidades discutibles.

La industria tiene enormes tareas por cumplir. La primera es informar a sus anfitriones qué hace, cómo lo hace, cuánto y cuándo lo hace y cuáles son y cómo entrega beneficios y dividendos sociales y económicos a las zonas de influencia de sus proyectos. Dejar de hacerlo es un acto suicida para una actividad que, como la minera, es consustancial al espíritu humano y sin la cual la humanidad no hubiese tenido las oportunidades que tiene hoy para vencer la pobreza, la desigualdad y el hambre.

Bibliografía

- Athié Lambarri, Mauricio (1987), *Calidad y cantidad del agua en México*. México: Fundación Universo Veintiuno.
- Comisión Nacional del Agua (2001-2006), Programa Nacional Hidráulico México: CNA
- Compañía Fresnillo (2000), *Manual aerobio de la Planta de Tratamiento de Aguas, Francisco I. Madero*. Fresnillo, Zac.
- (1999), Proyecto Francisco I. Madero: Planta de Tratamiento de Aguas Negras. Fresnillo, Zac.
- Industrias Peñoles (2005), *Informe de Desarrollo Sustentable*. México. <http://www.penoles.com.mx>
- Industrias Peñoles (2006), *Informe de Desarrollo Sustentable*. México. <http://www.penoles.com.mx>
- Sandoval López, Alejandro y Enrique Alejandri Escoto (2004), “Empleo de aguas residuales sanitarias en el proceso de concentración de minerales por el método de flotación” en XXXIII Congreso Conjunto ALH y 7ALHSUD: Zacatecas, Zac. (Presentación Power Point).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002), *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. México. SEMARNAT.

Anexos

Anexo 1

La evolución del concepto de desarrollo sustentable

Tomado de Cárdenas, M., Chaparro E., *Industria minera de los materiales de construcción. Su sustentabilidad en América del Sur*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe División de Recursos Naturales e Infraestructura, Publicación de las Naciones Unidas, ISSN impreso 1680-9017, ISSN electrónico 1680-9025, ISBN: 92-1-322582-2, LC/L.2186-P, Santiago, Chile, octubre de 2004.

<http://www.cepal.org/publicaciones/RecursosNaturales/6/LCL2186PE/lcl2186.pdf>

El impulso ambientalista inicial comprendió el periodo entre 1960 y 1970. En él se promovió la adopción de una conciencia de conservación de los recursos y la prevención de una posible crisis ambiental global.⁸ Los movimientos que caracterizaron este periodo tuvieron como fin primordial proteger el ambiente de la degradación ambiental, preservar la diversidad biológica, cultural y étnica y estudiar la incidencia del crecimiento poblacional en la generación de impactos ambientales, entre otros objetivos particulares. Esta ola ambientalista se manifestó en la forma de protestas y críticas severas a la industria, la cultura del occidente, el crecimiento económico y los problemas ambientales relacionados con los niveles tecnológicos. Esta postura conocida como antidesarrollo, desencadenó una presión muy activa de la sociedad, que dio como resultado una respuesta activa de los gobiernos quienes, a pesar de no admitir en un principio la importancia de los problemas ambientales mundiales, se vieron obligados a desarrollar planes de manejo para el control de los evidentes problemas ambientales locales. De esta forma, durante el decenio de 1970, algunos países introdujeron legislaciones ambientales para controlar y manejar las fuentes de contaminación. Pese a ello, no le fue fácil a los gobiernos aplicarlas a las diferentes actividades económicas.

Las dificultades encontradas develaron con claridad la estrecha relación entre el ambiente y el desarrollo, y la posibilidad de su consideración armónica en tiempo y espacio. Estas nuevas consideraciones, a diferencia de las iniciales, obtuvieron eco de gobiernos, industrias, mercados y economías alrededor del globo, dando paso al concepto de desarrollo sustentable.

El concepto “desarrollo sustentable” se fundamenta en las necesidades y los deseos de los seres humanos —resumidos en salud, seguridad económica y felicidad—⁹ como los principales, elementos que permiten evaluar la calidad de vida de un individuo o una comunidad. El concepto conquistó áreas no tocadas por la primera ola ambientalista, pues se plantea que la protección ambiental no es por fuerza opuesta al desarrollo, ni desconoce la importancia del crecimiento económico o los intereses de la industria y el mercado. El concepto de desarrollo sustentable surgió de una serie de reuniones celebradas durante los decenios de 1970 y 1980. En 1972, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano, realizada en Estocolmo, marcó la primera gran reunión internacional sobre las actividades humanas que afectaban el ambiente y representaban un riesgo para la humanidad. Fue en 1987 cuando la Comisión Brundtland, con el auspicio de las Naciones Unidas, publicó *Nuestro futuro común*, documento que recopila información concerniente al ambiente y la pobreza de algunas naciones del mundo.

Aun cuando el documento afirma que el desarrollo económico no puede detenerse, considera los límites ecológicos del planeta. Su aceptación plena fue alcanzada en 1992, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo, la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro, en la cual participaron 179 gobiernos que asumieron los principios del desarrollo sustentable y una agenda mundial para llevarlos a cabo. Lo anterior motivó diálogos globales para

analizar las estrategias para dirigir los cambios necesarios que permitan el crecimiento de sociedades y economías en ambientes sanos y duraderos.

En estos diálogos han participado nuevos grupos de trabajo, tales como el International Institute for Sustainable Development (IISD, Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable). En Johannesburgo 2002, se desarrolló “Rio+10”, diez años después de la Cumbre de la Tierra de 1992. Aquí se evaluaron los avances hacia el desarrollo sustentable en temas como pobreza, acceso al agua potable y a servicios sanitarios.¹⁵ No obstante los avances en esta materia, no existe una visión única y compartida de lo que se comprende como desarrollo sustentable en el mundo.¹⁶ Las distintas aproximaciones van desde la visión ambientalista a ultranza hasta la económica, desde las más complejas hasta las más simples y específicas; varían según la posición del autor y el contexto económico, social, ambiental y tecnológico.

La definición más empleada del desarrollo sustentable es la que propuso la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo:

“Desarrollo sustentable es la capacidad de la humanidad para asegurar que ella satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. El desarrollo sustentable no es un estado de armonía fijo, es un proceso que cambia según la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones económicas, la orientación del desarrollo tecnológico y los cambios institucionales consistentes con las necesidades futuras y las presentes”. *World Commission on Environment and Development. Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987.*



Serie

CEPAL

Recursos naturales e infraestructura

Números publicados

1. Panorama minero de América Latina a fines de los años noventa, Fernando Sánchez Albavera, Georgina Ortiz y Nicole Moussa (LC/L.1253-P), N° de venta S.99.II.G.33 (US\$10,00), 1999. [www](#)
2. Servicios públicos y regulación. Consecuencias legales de las fallas de mercado, Miguel Solanes (LC/L.1252-P), N° de venta S.99.II.G.35 (US\$10,00), 1999. [www](#)
3. El código de aguas de Chile: entre la ideología y la realidad, Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev (LC/L.1263-P), N° de venta S.99.II.G.43 (US\$10,00), 1999. [www](#)
4. El desarrollo de la minería del cobre en la segunda mitad del Siglo XX, Nicole Moussa, (LC/L.1282-P), N° de venta S.99.II.G.54 (US\$10,00), 1999. [www](#)
5. La crisis eléctrica en Chile: antecedentes para una evaluación de la institucionalidad regulatoria, Patricio Rozas Balbontín, (LC/L.1284-P), N° de venta S.99.II.G.55 (US\$ 10,00), 1999. [www](#)
6. La Autoridad Internacional de los Fondos Marinos: un nuevo espacio para el aporte del Grupo de Países Latinoamericanos y Caribeños (GRULAC), Carmen Artigas (LC/L.1318-P), N° de venta S.00.II.G.10 (US\$ 10,00), 1999. [www](#)
7. Análisis y propuestas para el perfeccionamiento del marco regulatorio sobre el uso eficiente de la energía en Costa Rica, Rogelio Sotela (LC/L.1365-P), N° de venta S.00.II.G.34 (US\$ 10,00), 1999. [www](#)
8. Privatización y conflictos regulatorios: el caso de los mercados de electricidad y combustibles en el Perú, Humberto Campodónico, (LC/L.1362-P), N° de venta S.00.II.G.35 (US\$ 10,00), 2000. [www](#)
9. La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial, Eduardo Chaparro, (LC/L.1384-P), N° de venta S.00.II.G.76 (US\$ 10,00), 2000. [www](#)
10. Sistema eléctrico argentino: los principales problemas regulatorios y el desempeño posterior a la reforma, Héctor Pistonesi, (LC/L.1402-P), N° de venta S.00.II.G.77 (US\$10,00), 2000. [www](#)
11. Primer diálogo Europa-América Latina para la promoción del uso eficiente de la energía, Humberto Campodónico (LC/L.1410-P), N° de venta S.00.II.G.79 (US\$ 10,00), 2000. [www](#)
12. Proyecto de reforma a la Ley N°7447 “Regulación del Uso Racional de la Energía” en Costa Rica, Rogelio Sotela y Lidette Figueroa, (LC/L.1427-P), N° de venta S.00.II.G.101 (US\$10,00), 2000. [www](#)
13. Análisis y propuesta para el proyecto de ley de “Uso eficiente de la energía en Argentina”, Marina Perla Abruzzini, (LC/L.1428-P), N° de venta S.00.II.G.102 (US\$ 10,00), 2000. [www](#)
14. Resultados de la reestructuración de la industria del gas en la Argentina, Roberto Kozulj (LC/L.1450-P), N° de venta S.00.II.G.124 (US\$10,00), 2000. [www](#)
15. El Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo (FEPP) y el mercado de los derivados en Chile, Miguel Márquez D., (LC/L.1452-P) N° de venta S.00.II.G.132 (US\$10,00), 2000. [www](#)
16. Estudio sobre el papel de los órganos reguladores y de la defensoría del pueblo en la atención de los reclamos de los usuarios de servicios públicos, Juan Carlos Buezo de Manzanedo R. (LC/L.1495-P), N° de venta S.01.II.G.34 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
17. El desarrollo institucional del transporte en América Latina durante los últimos veinticinco años del siglo veinte, Ian Thomson (LC/L.1504-P), N° de venta S.01.II.G.49 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
18. Perfil de la cooperación para la investigación científica marina en América Latina y el Caribe, Carmen Artigas y Jairo Escobar (LC/L.1499-P), N° de venta S.01.II.G.41 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
19. Trade and Maritime Transport between Africa and South America, Jan Hoffmann, Patricia Isa, Gabriel Pérez (LC/L.1515-P), Sales No. E.00.G.II.57 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
20. La evaluación socioeconómica de concesiones de infraestructura de transporte: caso Túnel El Melón – Chile, Francisco Ghisolfo (LC/L.1505-P), N° de venta S.01.II.G.50 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
21. El papel de la OPEP en el comportamiento del mercado petrolero internacional, Ariela Ruiz-Caro (LC/L.1514-P), N° de venta S.01.II.G.56 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
22. El principio precautorio en el derecho y la política internacional, Carmen Artigas (LC/L.1535-P), N° de venta S.01.II.G.80 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)

23. Los beneficios privados y sociales de inversiones en infraestructura: una evaluación de un ferrocarril del Siglo XIX y una comparación entre ésta y un caso del presente, Ian Thomson (LC/L.1538-P), N° de venta S.01.II.G.82 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
24. Consecuencias del “shock” petrolero en el mercado internacional a fines de los noventa, Humberto Campodónico (LC/L.1542-P), N° de venta S.00.II.G.86 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
25. La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales, Ian Thomson y Alberto Bull (LC/L.1560-P), N° de venta S.01.II.G.105 (US\$10,00), 2001. [www](#)
26. Reformas del sector energético, desafíos regulatorios y desarrollo sustentable en Europa y América Latina, Wolfgang Lutz. (LC/L.1563-P), N° de venta S.01.II.G.106 (US\$10,00), 2001. [www](#)
27. Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del siglo XXI, A. Jouravlev (LC/L.1564-P), N° de venta S.01.II.G.109 (US\$10,00), 2001. [www](#)
28. Tercer Diálogo Parlamentario Europa-América Latina para la promoción del uso eficiente de la energía, Humberto Campodónico (LC/L.1568-P), N° de venta S.01.II.G.111 (US\$10,00), 2001. [www](#)
29. Water management at the river basin level: challenges in Latin America, Axel Dourojeanni (LC/L.1583-P), Sales No. E.II.G.126 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
30. Telemática: Un nuevo escenario para el transporte automotor, Gabriel Pérez (LC/L.1593-P), N° de venta S.01.II.G.134 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
31. Fundamento y anteproyecto de ley para promover la eficiencia energética en Venezuela, Vicente García Dodero y Fernando Sánchez Albavera (LC/L.1594-P), N° de venta S.01.II.G.135 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
32. Transporte marítimo regional y de cabotaje en América Latina y el Caribe: El caso de Chile, Jan Hoffmann (LC/L.1598-P), N° de venta S.01.II.G.139 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
33. Mejores prácticas de transporte internacional en las Américas: Estudio de casos de exportaciones del Mercosur al Nafta, José María Rubiato (LC/L.1615-P), N° de venta S.01.II.G.154 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
34. La evaluación socioeconómica de concesiones de infraestructura de transporte: Caso acceso norte a la ciudad de Buenos Aires, Argentina, Francisco Ghisolfo (LC/L.1625-P), N° de venta S.01.II.G.162 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
35. Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua (Desafíos que enfrenta la implementación de las recomendaciones contenidas en el Capítulo 18 del Programa 21), Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev (LC/L.1660-P), N° de venta S.01.II.G.202 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
36. Regulación de la industria de agua potable. Volumen I: Necesidades de información y regulación estructural, Andrei Jouravlev (LC/L.1671-P), N° de venta S.01.II.G.206 (US\$ 10,00), 2001, Volumen II: Regulación de las conductas, Andrei Jouravlev (LC/L.1671/Add.1-P), N° de venta S.01.II.G.210 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
37. Minería en la zona internacional de los fondos marinos. Situación actual de una compleja negociación, Carmen Artigas (LC/L. 1672-P), N° de venta S.01.II.G.207 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
38. Derecho al agua de los pueblos indígenas de América Latina, Ingo Gentes (LC/L.1673-P), N° de venta S.01.II.G.213 (US\$ 10,00), 2001. [www](#)
39. El aporte del enfoque ecosistémico a la sostenibilidad pesquera, Jairo Escobar (LC/L.1669-P), N° de venta S.01.II.G.208, (US\$ 10,00), diciembre del 2001. [www](#)
40. Estudio de suministro de gas natural desde Venezuela y Colombia a Costa Rica y Panamá, Víctor Rodríguez, (LC/L.1675-P; LC/MEX/L.515), N° de venta S.02.II.G.44, (US\$ 10,00), junio del 2002. [www](#)
41. Impacto de las tendencias sociales, económicas y tecnológicas sobre el Transporte Público: Investigación preliminar en ciudades de América Latina, Ian Thomson (LC/L.1717-P), N° de venta S.02.II.G.28, (US\$ 10,00), marzo del 2002. [www](#)
42. Resultados de la reestructuración energética en Bolivia, Miguel Fernández y Enrique Birhuet (LC/L.1728-P), N° de venta S.02.II.G.38, (US\$ 10,00), mayo del 2002. [www](#)
43. Actualización de la compilación de leyes mineras de catorce países de América Latina y el Caribe, Volumen I, compilador Eduardo Chaparro (LC/L.1739-P) No de venta S.02.II.G.52, (US\$ 10,00) junio del 2002 y Volumen II, (LC/L.1739/Add.1-P), No de venta S.02.II.G.53, (US\$ 10,00) junio del 2002. [www](#)
44. Competencia y complementación de los modos carretero y ferroviario en el transporte de cargas. Síntesis de un seminario, Myriam Echeverría (LC/L.1750-P) No de venta S.02.II.G.62, (US\$ 10,00), junio del 2002. [www](#)
45. Sistema de cobro electrónico de pasajes en el transporte público, Gabriel Pérez (LC/L.1752-P), No de venta S.02.II.G.63, (US\$ 10,00), junio del 2002. [www](#)
46. Balance de la privatización de la industria petrolera en Argentina y su impacto sobre las inversiones y la competencia en los mercados minoristas de combustibles, Roberto Kozulj (LC/L.1761-P), N° de venta: S.02.II.G.76, (US\$10,00), julio del 2002. [www](#)
47. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica, Axel Dourojeanni, Andrei Jouravlev y Guillermo Chávez (LC/L.1777-P), N° de venta S.02.II.G.92 (US\$ 10,00), septiembre del 2002. [www](#)
48. Evaluación del impacto socio-económico del transporte urbano, en la ciudad de Bogotá. El caso del sistema de transporte masivo transmilenio, Irma Chaparro (LC/L.1786-P), N° de venta S.02.II.G.100, (US\$ 10,00) septiembre del 2002. [www](#)
49. Características de la inversión y del mercado mundial de la minería a principios de la década de 2000, H. Campodónico y G. Ortiz (LC/L.1798-P), N° de venta S.02.II.G.111, (US\$ 10,00), octubre del 2002. [www](#)

50. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar, Jairo Escobar (LC/L.1799-P), N° de venta S.02.II.G.112, (US\$ 10,00), diciembre del 2002. [www](#)
51. Evolución de las políticas hídricas en América Latina y el Caribe, Axel Dourojeanni y Andrei Jouravlev (LC/L.1826-P), N° de venta S.02.II.G.133, (US\$ 10,00), diciembre del 2002. [www](#)
52. Trade between Caribbean Community (CARICOM) and Central American Common Market (CACM) countries: the role to play for ports and shipping services, Alan Harding y Jan Hofmann (LC/L.1899-P), Sales No.: E.03.II.G.58, (US\$ 10,00), May, 2003. [www](#)
53. La función de las autoridades en las localidades mineras, Patricio Ruiz (LC/L.1911-P), N° de venta S.03.II.G.69, (US\$ 10,00), junio del 2003. [www](#)
54. Identificación de obstáculos al transporte terrestre internacional de cargas en el Mercosur, Ricardo J. Sánchez y Georgina Cipoletta Tomasian (LC/L.1912-P), N° de venta S.03.II.G.70, (US\$ 10,00), mayo del 2003. [www](#)
55. Energía y desarrollo sostenible: Posibilidades de financiamiento de las tecnologías limpias y eficiencia energética en el Mercosur, Roberto Gomelsky (LC/L.1923-P), N° de venta S.03.II.G.78 (US\$ 10,00), junio del 2003. [www](#)
56. Mejoramiento de la gestión vial con aportes específicos del sector privado, Alberto Bull, (LC/L. 1924-P), N° de venta: S.03.II.G.81, (US\$ 10,00), junio del 2003. [www](#)
57. Guías Prácticas para Situaciones Específicas, Manejo de Riesgos y Preparación para Respuesta a Emergencias Mineras, Zoila Martínez Castilla, (LC/L.1936-P), N° de venta: S.03.II.G.95, (US\$ 10,00), junio del 2003. [www](#)
58. Evaluación de la función y el potencial de las fundaciones mineras y su interacción con las comunidades locales Germán del Corral, (LC/L.1946-P), N° de venta S.03.II.G.104, (US\$ 10,00), julio del 2003. [www](#)
59. Acceso a la información: una tarea pendiente para la regulación latinoamericana, Andrei Jouravlev, (LC/L.1954-P), N° de venta S.03.II.G.109, (US\$ 10,00), agosto del 2003. [www](#)
60. Energía e pobreza: problemas de desenvolvimento energético e grupos sociais marginais em áreas rurais e urbanas do Brasil, Roberto Schaeffer, Claude Cohen, Mauro Araújo Almeida, Carla Costa Achão, Fernando Monteiro Cima, (LC/L.1956-P), N° de venta: P.03.II.G.112, (US\$ 10,00), septiembre del 2003. [www](#)
61. Planeamiento del desarrollo local, Hernán Blanco (LC/L. 1959-P), N° de venta: S.03.II.G.117, (US\$ 10,00), septiembre del 2003. [www](#)
62. Coherencia de las políticas públicas y su traducción en esquemas regulatorios consistentes. Caso del diesel oil en Chile, Pedro Maldonado G., (LC/L.1960-P), N° de venta: S.03.II.G.116, (US\$ 10,00), agosto del 2003. [www](#)
63. Entorno internacional y oportunidades para el desarrollo de las fuentes renovables de energía en los países de América Latina y el Caribe, Manlio Coviello (LC/L.1976-P), N° de venta: S.03.II.G.134, (US\$ 10,00), octubre del 2003. [www](#)
64. Estudios sobre los convenios y acuerdos de cooperación entre países de América Latina y el Caribe, en relación con sistemas hídricos y cuerpos de agua transfronterizos, María Querol, (LC/L.2002-P), N° de venta: S.03.II.G.163 (US\$ 10,00), noviembre del 2003. [www](#)
65. Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y perspectivas. Hugo Altomonte, Manlio Coviello, Wolfgang Lutz, (LC/L.1977-P) N° de venta: S.03.II.G.135 (US\$ 10,00), octubre del 2003. [www](#)
66. Los municipios y la gestión de los recursos hídricos, Andrei Jouravlev, (LC/L.2003-P), N° de venta S.03.II.G.164 (US\$10.00) octubre del 2003. [www](#)
67. El pago por el uso de la infraestructura de transporte vial, ferroviario y portuario, concesionada al sector privado, Ricardo Sánchez, (LC/L.2010-P), N° de venta S.03.II.G.172 (US\$10.00), noviembre del 2003. [www](#)
68. Comercio entre los países de América del Sur y los países de la Comunidad del Caribe (CARICOM): el papel que desempeñan los servicios de transporte, Ricardo Sánchez y Myriam Echeverría, (LC/L.2011-P), N° de venta S.03.II.G.173 (US\$10.00), noviembre del 2003. [www](#)
69. Tendencias recientes del mercado internacional del petróleo, Ariela Ruiz-Caro, (LC/L.2021-P), N° de venta S.03.II.G.183 (US\$10.00), diciembre del 2003. [www](#)
70. La pequeña minería y los nuevos desafíos de la gestión pública, Eduardo Chaparro Ávila (LC/L.2087-P), N° de venta S.04.II.26 (US\$ 10,00) abril del 2004. [www](#)
71. Situación y perspectivas de la minería aurífera y del mercado internacional del oro, Ariela Ruiz-Caro, (LC/L.2135-P) N° de venta S.04.II.64 (US\$ 10,00) julio del 2004. [www](#)
72. Seguridad y calidad del abastecimiento eléctrico a más de 10 años de la reforma de la industria eléctrica en países de América del Sur, Pedro Maldonado y Rodrigo Palma (LC/L.2158-P), N° de venta S.04.II.86 (US\$ 10,00) julio del 2004. [www](#)
73. Fundamentos para la constitución de un mercado común de electricidad, Alfredo Muñoz (LC/L.2159-P), N° de venta S.04.II.87 (US\$ 10,00) julio del 2004. [www](#)
74. Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral el siglo XXI, Andrei Jouravlev, (LC/L.2169-P), N° de venta S.04.II.G.98 (US\$10,00), julio del 2004. [www](#)
75. Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual, Patricio Rozas y Ricardo Sánchez (LC/L.2182P), N° de venta S.04.II.G.109 (US\$ 10,00) agosto del 2004. [www](#)
76. Industria minera de los materiales de construcción. Su sustentabilidad en Sudamérica, Marcela Cárdenas y Eduardo Chaparro (LC/L.2186-P), N° de venta S.04.II.G.114 (US\$ 10,00), octubre del 2004. [www](#)

77. La industria del gas natural en América del Sur: situación y posibilidades de integración de mercados, Roberto Kozulj (LC/L.2195-P), N° de venta S.04.II.122 (US\$ 10,00) octubre del 2004. [www](#)
78. Reformas e inversión en la industria de hidrocarburos de países seleccionados de América Latina, Humberto Campodónico, (LC/L.2200-P), N° de venta S.04.II.130 (US\$ 10,00) octubre del 2004. [www](#)
79. Concesiones viales en América Latina: situación actual y perspectivas, Alberto Bull (LC/L.2207-P), N° de venta S.04.II.G.131 (US\$10,00), septiembre del 2004. [www](#)
80. Mercados (de derechos) de agua: experiencias y propuestas en América del Sur, Andrei Jouravlev (LC/L.2224-P), N° de venta S.04.II.G.142 (US\$10,00), noviembre del 2004. [www](#)
81. Protección marítima y portuaria en América del Sur, Ricardo J. Sánchez, Rodrigo García, María Teresa Manosalva, Sydney Rezende, Martín Sgut (LC/L.2226-P), N° de venta S.04.II.G.145 (US\$ 10.00), noviembre del 2004 [www](#)
82. Puertos y transporte marítimo en América Latina y el Caribe: un análisis de su desempeño reciente, Ricardo J. Sánchez (LC/L.2227-P), N° de venta S.04.II.G.146 (US\$ 10.00), noviembre del 2004. [www](#)
83. Perspectivas de sostenibilidad energética en los países de la Comunidad Andina, Luiz Augusto Horta (LC/L.2240-P), N° de venta S.04.II.G.160 (US\$ 10,00), septiembre del 2004. [www](#)
84. Determinantes del precio *spot* del cobre en las bolsas de metales, Juan Cristóbal Ciudad (LC/L.2241-P), N° de venta S.04.II.G.161 (US\$ 10,00), octubre del 2004. [www](#)
85. Situación y tendencias recientes del mercado del cobre, Juan Cristóbal Ciudad, Jeannette Lardé, Andrés Rebolledo y Aldo Picozzi (LC/L.2242-P), N° de venta S.04.II.G.162 (US\$ 10,00), octubre del 2004. [www](#)
86. El desarrollo productivo basado en la explotación de los recursos naturales, Fernando Sánchez Albavera (LC/L.2243-P), N° de venta S.04.II.G.163 (US\$ 10.00), diciembre del 2004. [www](#)
87. La mujer en la pequeña minería de América Latina: El caso de Bolivia, Eduardo Chaparro (LC/L.2247-P), N° de venta S.05.II.G.5 (US\$ 10,00), marzo del 2005. [www](#)
88. Crisis de la industria del gas natural en Argentina, Roberto Kozulj (LC/L.2282-P), N° de venta S.05.II.G.34 (US\$ 10,00), marzo del 2005. [www](#)
89. Bases conceptuales para la elaboración de una nueva agenda sobre los recursos naturales, Fernando Sánchez Albavera (LC/L.2283-P), N° de venta S.05.II.G.35 (US\$ 10,00), marzo del 2005. [www](#)
90. Administración del agua en América Latina: situación actual y perspectivas, Andrei Jouravlev (LC/L.2299-P), N° de venta S.05.II.G.38 (US\$ 10,00), marzo del 2005. [www](#)
91. Situación y perspectivas de la minería metálica en Argentina, Oscar Prado (LC/L.2302-P), N° de venta S.05.II.G.47 (US\$ 10,00), abril del 2005. [www](#)
92. Los recursos naturales en los tratados de libre comercio con Estados Unidos, Ariela Ruiz-Caro (LC/L.2325-P), N° de venta S.05.II.G.68 (US\$ 10,00), mayo del 2005. [www](#)
93. Privatización, reestructuración industrial y prácticas regulatorias en el sector telecomunicaciones, Patricio Rozas Balbontín (LC/L.2331-P), N° de venta S.05.II.G.82 (US\$ 10,00), junio del 2005. [www](#)
94. Provisión de infraestructura de transporte en América Latina: experiencia reciente y problemas observados, Ricardo J. Sánchez y Gordon Wilmsmeier (LC/L.2360-P), N° de venta S.05.II.G.86 (US\$ 10,00), agosto del 2005. [www](#)
95. Condiciones y características de operación de la industria minera en América Latina, durante el bienio 2004-2005, Eduardo Chaparro y Jeannette Lardé (LC/L.2371-P), N° de venta S.05.II.G.113 (US\$ 10,00), septiembre del 2005. [www](#)
96. Entidades de gestión del agua a nivel de cuenca: experiencia de Argentina, Víctor Pochat (LC/L.2375-P), N° de venta S.05.II.G.120 (US\$ 10,00), septiembre del 2005. [www](#)
97. Bridging infrastructural gaps in Central America: prospects and potential for maritime transport, Ricardo Sánchez and Gordon Wilmsmeier (LC/L.2386-P), Sales No.: E.05.II.G.129, (US\$ 10,00), September, 2005. [www](#)
98. Las industrias extractivas y la aplicación de regalías a los productos mineros, César Polo Robilliard (LC/L.2392-P), N° de venta S.05.II.G.135 (US\$ 10,00), octubre del 2005. [www](#)
99. Conceptos, instrumentos mecanismos y medio de fomento en la minería de carácter social en México, Esther Marchena León y Eduardo Chaparro (LC/L.2393-P), N° de venta S.05.II.G.136 (US\$ 10,00), noviembre del 2005. [www](#)
100. La volatilidad de los precios del petróleo y su impacto en América Latina Fernando Sánchez-Albavera y Alejandro Vargas, (LC/L.2389-P), N° de venta S.05.II.G.132 (US\$ 10,00), septiembre del 2005. [www](#)
101. Integrandó economía, legislación y administración en la administración del agua, Andrei Jouravlev (LC/L.2389-P), N° de venta S.05.II.G.132 (US\$ 10,00), octubre del 2005.
102. La seguridad vial en la región de América Latina y el Caribe, situación actual y desafíos, Rosemarie Planzer (LC/L.2402-P), N° de venta S.05.II.G.149 (US\$ 10,00), octubre del 2005. [www](#)
103. Ciudades puerto en la economía globalizada: alcances teóricos de la arquitectura organizacional de los flujos portuarios, José Granda (LC/L.2407-P), N° de venta S.05.II.G.154 (US\$ 10,00), noviembre del 2005. [www](#)
104. Conectividad, ámbitos de impacto y desarrollo territorial: el caso de Chile, Oscar Figueroa y Patricio Rozas (LC/L.2418-P), N° de venta S.05.II.G.165 (US\$ 10,00), diciembre del 2005. [www](#)
105. Sociedad, mercado y minería. Una aproximación a la responsabilidad social corporativa, Eduardo Chaparro Ávila (LC/L.2435-P), N° de venta S.05.II.G.181 (US\$ 10,00), diciembre del 2005. [www](#)

106. La integración energética en América Latina y el Caribe, Ariela Ruiz-Caro (LC/L.2506-P), N° de venta S.06.II.G.38 (US\$ 10,00), marzo de 2006. [www](#)
107. Los ejes centrales para el desarrollo de una minería sostenible, César Polo Robilliard (LC/L.2520-P), N° de venta S.06.II.G.47 (US\$ 10,00), mayo de 2006. [www](#)
108. Desarrollo urbano e inversiones en infraestructura: elementos para la toma de decisiones, Germán Correa y Patricio Rozas (LC/L.2522-P), N° de venta S.06.II.G.49 (US\$ 10,00), mayo de 2006. [www](#)
109. Minería y competitividad internacional en América Latina, Fernando Sánchez-Albavera y Jeannette Lardé, (LC/L.2532-P), N° de venta S.06.II.G.59 (US\$ 10,00), junio de 2006. [www](#)
110. Hacia un desarrollo sustentable e integrado de la Amazonía, Pedro Bara Nieto, Ricardo J. Sánchez, Gordon Wilmsmeier (LC/L.2548-P), N° de venta S.06.II.G.76 (US\$ 10,00), junio de 2006. [www](#)
111. Water governance for development and sustainability, Miguel Solanes y Andrei Jouravlev, (LC/L.2556-P), N° de venta S.06.II.G.84 (US\$ 10,00), junio de 2006. [www](#)
112. Indicadores de productividad para la industria portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe, Octavio Doerr y Ricardo Sánchez, (LC/L.2578-P), N° de venta S.06.II.G.108 (US\$ 10,00), julio de 2006. [www](#)
113. Conectividad, ámbitos de impacto y desarrollo territorial: análisis de experiencias internacionales, Oscar Figueroa y Patricio Rozas (LC/L.2586-P), N° de venta S.06.II.G.119 (US\$ 10,00), agosto de 2006. [www](#)
114. La importancia de la actividad minera en la economía y sociedad peruana, Miguel E. Santillana, (LC/L.2590-P), N° de venta S.06.II.G.120 (US\$ 10,00), agosto de 2006. [www](#)
115. Instrumentos para la toma de decisiones en políticas de seguridad vial en América Latina, José Ignacio Nazif, Diego Rojas, Ricardo J. Sánchez, Álvaro Velasco Espinosa, (LC/L.2591-P), N° de venta S.06.II.G.XX (US\$ 10,00), agosto de 2006. [www](#)
116. Oportunidades de negocios para proveedores de bienes, insumos y servicios mineros en Chile, Guillermo Olivares y Armando Valenzuela. Retirada
117. Efectos económicos de las nuevas medidas de protección marítima y portuaria, Martín Sgut (LC/L.2615-P), No de venta S.06.II.G.140 (US\$ 10,00), septiembre de 2006. [www](#)
118. Sostenibilidad y seguridad de abastecimiento eléctrico: estudio de caso sobre Chile con posterioridad a la Ley 20.018, Pedro Maldonado, Benjamín Herrera (LC/L.2661-P) No de venta S.07.II.G.12 (US\$ 10,00), enero de 2007. [www](#)
119. Mercado de energías renovables y mercado del carbono en América Latina: Estado de situación y perspectivas, Lorenzo Eguren (LC/L.2672-P) No de venta S.07.II.G.22 (US\$ 10,00), febrero de 2007. [www](#)
120. La agenda minera en Chile: revisión y perspectivas, Juan Carlos Guajardo B. (LC/L.2674-P) No de venta S.07.II.G.23 (US\$ 10,00), febrero de 2007. [www](#)
121. La gestión de la industria de hidrocarburos con predominio del Estado, Humberto Campodónico. (LC/L.2688-P) No de venta S.07.II.G.39 (US\$ 10,00), marzo de 2007. [www](#)
122. Gestión mixta y privada en la industria de hidrocarburos, Humberto Campodónico (LC/L.2711-P), No de venta S.07.II.G.59 (US\$ 10,00), marzo de 2007. [www](#)
123. Servicios urbanos de agua potable y alcantarillado en Chile: factores determinantes del desempeño (LC/L.2727-P), No de venta S.07.II.G.65 (US\$ 10,00), abril de 2007. [www](#)
124. Infraestructura y servicios de transporte ferroviario vinculados a las vías de navegación fluvial en América del Sur, Gordon Wilmsmeier (LC/L.2737-P), No de venta S.07.II.G.75 (US\$ 10,00), mayo de 2007. [www](#)
125. Buenas prácticas en la industria minera: el caso del Grupo Peñoles en México, Eduardo Chaparro (LC/L. 2745-P), No de venta S.07.II.G.81 (US\$ 10,00), mayo de 2007. [www](#)

Otros títulos elaborados por la actual División de Recursos Naturales e Infraestructura y publicados bajo la Serie Medio Ambiente y Desarrollo

1. Las reformas energéticas en América Latina, Fernando Sánchez Albavera y Hugo Altomonte (LC/L.1020), abril de 1997. [www](#)
2. Private participation in the provision of water services. Alternative means for private participation in the provision of water services, Terence Lee y Andrei Jouravlev (LC/L.1024), mayo de 1997 (inglés y español). [www](#)
3. Procedimientos de gestión para un desarrollo sustentable (aplicables a municipios, microrregiones y cuentas), Axel Dourojeanni (LC/L.1053), septiembre de 1997 (español e inglés). [www](#)
4. El Acuerdo de las Naciones Unidas sobre pesca en alta mar: una perspectiva regional a dos años de su firma, Carmen Artigas y Jairo Escobar (LC/L.1069), septiembre de 1997 (español e inglés). [www](#)
5. Litigios pesqueros en América Latina, Roberto de Andrade (LC/L.1094), febrero de 1998 (español e inglés). [www](#)
6. Prices, property and markets in water allocation, Terence Lee y Andrei Jouravlev (LC/L.1097), febrero de 1998 (inglés y español). [www](#)
8. Hacia un cambio en los patrones de producción: Segunda Reunión Regional para la Aplicación del Convenio de Basilea en América Latina y el Caribe (LC/L.1116 y LC/L.1116 Add/1), vol. I y II, septiembre de 1998. [www](#)

9. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. La industria del gas natural y las modalidades de regulación en América Latina, Humberto Campodónico (LC/L.1121), abril de 1998. [www](#)
10. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Guía para la formulación de los marcos regulatorios, Pedro Maldonado, Miguel Márquez e Iván Jaques (LC/L.1142), septiembre de 1998. [www](#)
11. Panorama minero de América Latina: la inversión en la década de los noventa, Fernando Sánchez Albavera, Georgina Ortiz y Nicole Moussa (LC/L.1148), octubre de 1998. [www](#)
12. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Las reformas energéticas y el uso eficiente de la energía en el Perú, Humberto Campodónico (LC/L.1159), noviembre de 1998. [www](#)
13. Financiamiento y regulación de las fuentes de energía nuevas y renovables: el caso de la geotermia, Manlio Coviello (LC/L.1162), diciembre de 1998. [www](#)
14. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Las debilidades del marco regulatorio eléctrico en materia de los derechos del consumidor. Identificación de problemas y recomendaciones de política, Patricio Rozas (LC/L.1164), enero de 1999. [www](#)
15. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Primer Diálogo Europa-América Latina para la Promoción del Uso Eficiente de la Energía (LC/L.1187), marzo de 1999. [www](#)
16. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina”. Lineamientos para la regulación del uso eficiente de la energía en Argentina, Daniel Bouille (LC/L.1189), marzo de 1999. [www](#)
17. Proyecto CEPAL/Comisión Europea “Promoción del uso eficiente de la Energía en América Latina”. Marco Legal e Institucional para promover el uso eficiente de la energía en Venezuela, Antonio Ametrano (LC/L.1202), abril de 1999. [www](#)

-
- El lector interesado en adquirir números anteriores de esta serie puede solicitarlos dirigiendo su correspondencia a la Unidad de Distribución, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago de Chile, Fax (562) 210 2069, correo electrónico: publications@eclac.cl.
 - Disponible también en Internet: <http://www.cepal.org/> o <http://www.eclac.org>

Nombre:
Actividad:
Dirección:
Código postal, ciudad, país:
Tel.: Fax: E-mail: