

Capítulo 18

Minería y Conservación en Atacama

CLAUDIO H. CAMPOS-ORTEGA & CARMEN JORQUERA-JARAMILLO

RESUMEN

El ser humano es, sin lugar a dudas, la especie animal que presenta la mayor capacidad de modificar su entorno natural en pos del beneficio propio. Su potencial creador le ha permitido aprovechar casi la totalidad de los recursos naturales disponibles, los que utilizados en un comienzo para la satisfacción de sus necesidades inmediatas, se convirtieron luego en herramientas de desarrollo económico. En Atacama la visión económica del desarrollo se instala con el arribo del conquistador europeo, quien poseedor de nuevas tecnologías de producción, aprovecha los recursos minerales creando una industria ágil y dinámica, la que hasta hoy es el principal aporte económico de la Región. Los periodos de auge y decadencia registrados por esta actividad han tenido siempre una fuerte resonancia social y económica. La minería actual enfrenta el desafío de ser cada vez más eficiente, aún explotando yacimientos de baja ley que requieren de grandes soportes tecnológicos para producir resultados positivos. Esta actividad económica, al igual que las demás, debe lidiar con el gran cambio conceptual de nuestra sociedad que busca equilibrar desarrollo económico con calidad de vida, dentro de un entorno natural que debe ser cuidado. Para ello se ha construido conocimientos, conceptos y herramientas legales, tecnológicas y sociales que deberían orientar el desarrollo de una minería sustentable.

Palabras clave: Minería, conservación, historia de Atacama, cobre, economía regional.

INTRODUCCIÓN

La Región de Atacama presenta paisajes que han modelado las diversas formas de vida que prosperaron en el pasado. En los múltiples espacios físicos del paisaje atacameño se ha construido la historia del hombre local, cronología plena de sucesos que han girado predominantemente en torno al quehacer del minero. Desde el arribo del ser humano a esta región y hasta el presente, sus esfuerzos para asentarse y permanecer en un ambiente árido, duro y agreste para la vida contrastan con otras regiones donde abunda el agua. Aún hoy la disponibilidad del recurso hídrico en cantidad y calidad es el punto de inflexión sobre el cual se asienta el potencial productivo en Atacama; este recurso, cada vez más escaso, es solicitado por un mayor número de actores productivos. Como ejemplo, la explotación actual del acuífero del río Copiapó alcanza niveles que sobrepasan en 4,7 veces el volumen aprovechable sustentable (Golder Associates 2006). Se concluye que como consecuencia de este fuerte desbalance (del orden de 110 millones de m³/año), los niveles freáticos del

acuífero se están deprimiendo. Se proyecta que, entre ciclos de El Niño y a las tasas actuales de extracción, los niveles del agua almacenada seguirán bajando progresivamente, en un proceso que será cada vez más rápido si se mantienen las condiciones hidrológicas ocurridas en los últimos 30 años.

La restricción en la disponibilidad de agua no es un suceso nuevo en Atacama. Su historia conocida ha girado en torno a esta realidad, modelando la biota nativa e introducida, a través de ciclos de lluvias y sequías que en su alternancia, van condicionando las expresiones de vida, otorgándole una identidad propia a la biodiversidad local. Esta capacidad de desarrollarse bajo las rigurosas condiciones locales ha de estimular la necesidad de conocer la biota atacameña y adoptar las medidas de manejo que aseguren su uso adecuado y su permanencia futura.

ATACAMA Y SU VOCACIÓN MINERA, PRESENTE Y PASADA

La Minería Prehispánica de Atacama

Atacama fue soporte de variada vida vegetal y animal, apreciable hoy en forma de registros paleontológicos (Chong 1985, Griem 2002); los restos de vertebrados e invertebrados terrestres se encuentran depositados en múltiples sitios que como El Patón y Hornitos, reflejando la rica diversidad de la fauna que habitó la Región. Los árboles de la formación triásica de La Ternera (Griem 2002), como también de las quebradas de Amolanas y Tronquitos evidencian la existencia pasada de densos bosques, que hoy reconocemos como tales por las dimensiones que exhiben sus mudos troncos petrificados.

A fines del último período glacial (ca. de 12.000 años antes del presente), el entorno regional destaca por la presencia de una biota diversa en flora y fauna (Mostny 2004), la que frente al cambio climático producto del fin de la última glaciación, se ajusta progresivamente hasta alcanzar la condición actual (ver Capítulo 16). De manera casi simultánea se registra la presencia de un nuevo animal con un atributo natural de desarrollar procesos abstractos racionales, ocupando paulatinamente el espacio regional (Garrido & Robles 2007). Los abundantes restos de los talleres líticos de Pampa Austral (Peralta et al. 2006) son ejemplo de un hábil hombre fabril que, aprovechando la rica mineralogía regional confeccionó útiles de caza y herramientas de corte y percusión para construir su novel sociedad. El árido paisaje actual no difiere mucho al de aquellos tiempos (Ampuero 1978), registrándose en los restos encontrados que el avance del hombre atacameño precolombino se asoció a las aguadas disponibles, ocupando los valles y oasis tanto en la costa como en el interior y transformándose más recientemente en sedentario. Durante la prehistoria local se verifica una intensa interacción entre los pueblos Atacameños, Molles, Diaguitas e Inkas que, desperdigados por el altiplano, borde costero y valles transversales, utilizaron los recursos vegetacionales tanto para la producción de alimentos y materias primas, como del forraje necesario para sustentar una incipiente fauna domesticada.

Junto al desarrollo de tecnologías para el cultivo y la utilización de fibras animales y vegetales para alimentarse, vestirse y abrigarse, las poblaciones locales se aventuraron a los cerros vecinos, no sólo para adorar a sus dioses y ancestros, sino además buscando minerales que, correctamente trabajados, les permitieron fabricar armas, utensilios y herramientas. El hombre atacameño se hizo así, de manera natural, minero. Cabe destacar que los pueblos andinos no utilizaron los metales principalmente para manufacturar herramientas o

armas para la guerra, sino para desempeñar funciones en el plano simbólico y ritual; incluso los procesos mineros, metalúrgicos y orfebres tuvieron una fuerte carga mítica y simbólica y fueron practicados como rituales (Museo Chileno de Arte Precolombino 2005).

El uso de los minerales guarda relación en los primeros períodos solamente con la talla de piedras, huesos y maderas para la fabricación de implementos, pero los cambios en la manufactura metalúrgica se aprecian ya a fines de la Fase I de la cultura Diaguita, cuyo testimonio en anzuelos, pinzas depilatorias y adornos es perfeccionado en fases posteriores en nuevos adornos, aros y aretes, junto al fino trabajo del hueso. Para entonces, el oro no destaca en el uso de los metales, apareciendo más ampliamente utilizado a partir del dominio inka en la confección de piezas de estilos netamente cuzqueños o en aretes, junto a la introducción de nuevas formas y diseños en el trabajo metalúrgico de herramientas andinas como cinceles, tumis (cuchillos semilunares) y topus (prendedores), confeccionados en cobre o bronce (Ampuero 1978).

Alrededor de un siglo antes de la llegada del europeo, el territorio atacameño es ocupado por las tropas de Sinchiruca, general comisionado por el Inka Tupac Yupanqui para anexarlo a su imperio (Blanco 2002). El Inka pretende con esta conquista recibir nuevos tributos de esta rica región, consistentes principalmente en minerales de cobre, plata y oro trabajados por las tribus locales. Estos minerales, extraídos desde los cerros y serranías vecinas, eran refinados a su forma metálica en establecimientos como el gran centro metalúrgico de Viña del Cerro (Pérez de Arce 2005, Seelenfreund 2006), emplazado en pleno valle de Copiapó y ejemplo de la magnitud del desarrollo minero prehispánico en la Región.

En el período Tardío la metalurgia llegó a su máximo apogeo, siendo el oro, la plata, el estaño y el plomo los metales utilizados con mayor frecuencia para la elaboración de bienes de estatus o de uso cotidiano (Cervellino 1994). Data de este período el uso masivo de madera nativa como combustible destinado a la industria metalúrgica indígena; para Viña del Cerro, el algarrobo, el churque, el chañar y el sauce chileno son indicados para este trabajo por Niemeyer (1986, citado por Pérez de Arce 2005). Mención especial amerita la huayra, hornillo de variados modelos cuyo nombre obedece a que para operar aprovechaba las singularidades morfológicas de los cerros para canalizar los vientos: su principio de funcionamiento se basaba en huecos por donde el viento penetraba, avivando la combustión y permitiendo al orfebre alcanzar las elevadas temperaturas requeridas para fundir las ricas "pintas de minerales" arrancadas a la tierra.

La Explotación Minera durante la Colonia

La abundante producción de las minas atacameñas difundida en el Imperio Inca, motivó al conquistador europeo a aventurarse a los territorios ubicados al sur del Tawantinsuyu en busca de las "anheladas riquezas minerales" (MINMINERIA 2008). El arribo europeo se realiza por el valle de Copiapó (Encina & Castedo 1964), comenzando entonces a escribirse la historia de la Colonia, registrada por cronistas como el clérigo Cristóbal de Molina (acompañante de Almagro) y por Gerónimo de Bibar, llegado con la expedición de Pedro de Valdivia. Bibar (1558) destaca la innegable vocación minera de la actual Región de Atacama, vocación que es refrendada con la posterior explotación de tipo industrial que el europeo hace de los ricos yacimientos minerales: "*Hay en este valle de Atacama y finita [sic] plata y cobre y mucho estaño y plomo y gran cantidad de sal transparente. Sácase de barro de la*

tierra en una manera de mina de metal, y cuando es caliente el sol a las diez del día, descárgasele la humedad que ha recibido de la noche pasada y hace gran estruendo dentro de la mina con el calor del sol. ...” (Capítulo vii que trata del valle de Atacama y de su temple y de las cosas que hay en él y costumbres de indios). Aludiendo al valle de Copiapó, menciona que *“Hay minas de plata, cobre y de otros muchos metales; hay yelso [sic]; hay turquesas muy finas.”* (Capítulo xvii que trata del valle de Copiapó y de las cosas que hay en este valle y de las costumbres de los indios).

El oro en la rica Sierra de Jesús, María y José, el cobre en Agua Amarga y la plata en Tres Puntas y Chimberos, constituyen pruebas del dramático cambio tecnológico que significó la actividad minera desarrollada por el conquistador con diferentes tecnologías masivas, marcando una sustantiva diferencia respecto a la producción precolombina. El uso de explosivos y el diseño de laboreos como túneles y galerías profundas, tecnologías antes desconocidas por los mineros nativos, forzó a los nuevos mineros a cambiar de manera paulatina la mano de obra local utilizada en piques, galerías y túneles, debido a la resistencia de los mineros nativos a adentrarse en estas nuevas minas con procesos de explotación cada vez más profundos y extensos; así, el empresario se vió obligado a capacitar mineros para explotar las minas ahora construidas a la usanza industrial europea (Alvarez 1979).

Junto a la creciente explotación de nuevos yacimientos, se incrementó también la demanda por el recurso vegetal: combustible para fundir, maderas para refuerzo de minas y galerías, construcción de maquinarias y herramientas, edificios, casas y los más variados usos fueron satisfechos a partir del entorno natural. La exclusiva explotación de “pinta” o minerales de alta ley llevó en un comienzo a la remoción de reducidos volúmenes de rocas mineralizadas con elevado porcentaje de metales, realidad que varió con el agotamiento de estos yacimientos. El industrial minero debió entonces trabajar minerales de menor ley, incrementándose la necesidad de mano de obra y animales de carga para mover volúmenes crecientes de material; aumentaron asimismo las distancias entre los establecimientos de beneficios y los sitios de extracción, obligando al minero a disponer grandes recuas de animales de carga como mulares y asnos, que dependían de la disponibilidad de forraje. Resultado de los ciclos de lluvias y sequías alternadas, casi la totalidad de los suelos con acceso al riego se destinaron entonces a la producción de forraje, debiendo “importarse” la mayoría de los alimentos requeridos por la población de Atacama, situación que al incrementarse las épocas de bonanza de la minería irían en desmedro del desarrollo agrícola regional (Sayago 1973).

La Minería de Atacama en el Siglo XIX

Sayago (1973) en su Historia de Copiapó, describe el siglo XIX marcado por la independencia, la definición de la construcción de la identidad nacional y la continuidad del proceso de emancipación. Fruto de la Revolución Industrial, la minería entre 1830 y 1920 se caracteriza por una explotación más intensiva en comparación a los años anteriores, de yacimientos relativamente pequeños de alta ley. La accesibilidad a energía era muy limitada: agua, máquina de vapor y el caballo eran las fuentes principales (Griem 2004). La demanda de leña para generación de vapor -fuerza motriz principal para transporte y beneficio de minerales-, sumada a los volúmenes de combustible usados para la fundición de los minerales era satisfecha presionando al cada vez más escaso recurso vegetal. Camus (2006) afirma que *“la presión sobre los recursos vegetales del Norte Chico se intensificó aun más durante las primeras décadas del siglo XIX*

con los descubrimientos de los minerales de plata de Agua Amarga (1815), Arqueros (1825), Chañarillo (1832) y Tres Puntas (1848)... Vicuña Mackenna afirmaba que la introducción de los hornos de reverbero de Carlos Lambert, permitió la obtención de cobre a través de sulfuros... Pero, por su alta demanda de combustible, el horno de reverbero habría producido la destrucción casi total de los recursos vegetales y paisajísticos del Norte Chico chileno entre 1831 y 1851". La demanda por leña comienza a ser reemplazada por carbón de piedra solamente desde la segunda mitad del siglo, combustible que por presentar mayor potencial energético se adecua mejor a los procesos de fundición de minerales.

Respecto a la evolución posterior, Álvarez (1979, 1995) plantea que la actual Región de Atacama no fue la excepción al modelo post industrial y así la agricultura y minería se constituyeron en sus principales actividades económicas, otorgándole una identidad productiva vigente hasta hoy. Dichas actividades están ampliamente reseñadas en los informes de naturalistas y científicos que, como Gay, Philippi y Darwin, daban cuenta de la realidad de una región que se construía gracias al aporte del empresario minero, explotando yacimientos de minerales preciosos productores de enormes fortunas como las generadas por los yacimientos de Capote, Chañarillo y Agua Amarga (ver Capítulo 21). Resulta notable la asociación de la evolución económica del espacio regional a una actividad productiva específica como la minería en el Norte Chico (Cárcamo 2004). La explotación minera permitió, entre otras oportunidades de desarrollo tecnológico y cultural (Godoy 2007), la construcción del ferrocarril en Copiapó, el alumbrado público a gas, el arribo a Copiapó y Chañarillo de espectáculos artísticos de nivel mundial y ofreció a la juventud local la oportunidad de acceso a una educación superior de calidad. Por otro lado, la fundación de la Escuela de Minas y el arribo de científicos especialistas como Domeyko y Pissis, realizaron importantes aportes intelectuales a la minería regional, contribuyendo a consolidar aún más su vocación productiva.

Así, revoluciones, descubrimientos y adelantos tecnológicos de vanguardia para esa época dan testimonio de la potencia de esta industria como la principal herramienta de progreso y desarrollo en la Atacama del siglo XIX. Mención especial merecen las observaciones de Darwin el 22 de junio de 1835, relacionadas con la calidad y costo de vida que significaban vivir en Copiapó, quien en breve reseña de su paso por esta ciudad destaca que "...Toda la gente parece pensar solamente en ganar una buena cantidad de dinero y después migrar tan rápido como sea posible. Todos los habitantes están directa o indirectamente relacionados con la minería, y las minas y el metal es el único tema durante las conversaciones. Todos los productos son muy costosos, porque la distancia hacia al puerto es de 18 leguas [86,9 km] y el transporte terrestre es muy caro... La carne cuesta casi igual que en Inglaterra; la leña se trae con burros desde la cordillera en viajes de dos o tres días; el pasto para los animales cuesta un shilling por día: todo esto es para América de Sur realmente exorbitante..."

El Desarrollo Minero del Siglo XX

Los ricos yacimientos de minerales preciosos que impulsaron el desarrollo de la entonces Provincia de Atacama, fueron agotados hacia fines del siglo XIX. En el siglo XX, Atacama y sus habitantes sufren las consecuencias de una transición hacia la explotación de otros minerales que, sin tener la demanda del oro y la plata, ni la riqueza de los filones de cobre explotados en siglos

anteriores, eran ampliamente demandados y utilizados en el contexto de acelerado desarrollo tecnológico. La demanda por recursos minerales - como cobre y hierro - para reconstruir economías e industrias aniquiladas por dos guerras mundiales consecutivas, abre una nueva oportunidad para la minería regional, estimulando la explotación industrial de los grandes yacimientos que demandan gran cantidad de mano de obra. Nace así la Minería Industrial de Atacama, en reemplazo del anterior modelo de explotación selectiva asociada a ricos filones de metales preciosos.

La existencia de grandes reservas de minerales de cobre de baja ley, particularmente en la cordillera de la provincia de Chañaral, motiva la instalación de un campamento minero de envergadura industrial para su explotación. Casi al comenzar el siglo XX llega a la zona la Andes Copper Mining Co., reconocida empresa transnacional interesada en explotar los minerales de cobre del sector de Potrerillos en un proyecto que consideraba además, la construcción del Ferrocarril de Potrerillos (1919-20), obra que uniría Potrerillos con la caleta de Barquitos y sumaría más kilómetros de vía férrea en la provincia. En la década de 1940, como resultado del agotamiento del mineral de Potrerillos, la empresa dio comienzo a la búsqueda de un yacimiento de reposición. En la Quebrada Turquesa sus profesionales localizan un manto mineral de 66 m, cuyos primeros testigos arrojaron leyes de 2,66 y 1,39% de cobre (Cu) en promedio. El año 1955 las exploraciones arrojaron una ley media de 1,6% de Cu y la existencia de 78 millones de toneladas métricas, viabilizando la operación del proyecto de explotación Salvador a un costo estimado inicialmente en US\$ 53 millones, y una dotación de mano de obra de aproximadamente 4.000 personas. Cuatro años más tarde y a casi 2.400 msnm, en abril la explotación del mineral de El Salvador se hizo realidad (Campos & Sotomayor 2000), proyecto que durante aproximadamente 50 años descargó entre 30.000 y 35.000 toneladas diarias de residuos de los relaves directamente a la bahía de Chañaral, causando el depósito de sedimentos de arena que contenían metales pesados y la acumulación de cobre y otros metales pesados en algunas especies marinas. En 1990 un fallo de los tribunales determinó que la mina instalara un tranque de relaves y una planta de tratamiento de aguas residuales (OCDE & CEPAL 2005).

Cabe destacar que la explotación del hierro en la Región, a mediados de la década de los cincuenta registra una importante actividad productiva, generando una minería de tipo masiva. Los grandes mantos de hierro existentes en Atacama, particularmente en la parte sur de la Región permitieron una oferta casi sostenida - excepción hecha por algunas décadas - de este mineral hacia las pujantes naciones asiáticas. Cerro Imán, Algarrobal y Los Colorados son algunos de los yacimientos que con variaciones propias de un negocio de esta envergadura, le aportan a Atacama nuevas oportunidades para su desarrollo económico. Este nuevo tipo de explotación extensiva se caracteriza por la ocupación de grandes áreas de terreno, tanto para la explotación como para los procesos de producción, generándose así un impacto ambiental sobre un área que, más allá de sus puntos de extracción, permite apreciar con nitidez sus resultados en la alteración total del área intervenida.

ATACAMA Y SU ECONOMÍA ACTUAL

Atacama asienta su potencial de producción económica en la minería, actividad que destaca por sobre las demás como la más vigorosa (Tabla 1) y

Tabla 1. Valor de las exportaciones regionales, por rama de actividad y tipo de producto. Total Región años 2001-2006, en miles de US\$ (Fuente: Adaptado de INE-Atacama 2007)

Año	Rama de actividad económica (miles de US\$)							Total
	Minería			Agricultura y Pesca			Otras	
	Cobre y hierro	no metálica	Resto	Frutas	Pesca	Resto		
2001	670.853	86	117.778	53.382	5.431	120	20.120	867.769
2002	645.305		87.274	121.707	5.389	73	47.546	907.294
2003	727.065	13	14.153	107.741	6.384	24	66.145	921.525
2004	1.284.465	53	12.263	100.252	6.948	435	86.660	1.491.076
2005	1.642.561	18	27.982	118.840	7.591	23	116.272	1.913.288
2006	2.822.792		166.228	148.277	7.301	87	161.025	3.305.709

capaz de sostener casi por sí sola el crecimiento económico regional. Es preciso destacar que dicha potencia depende directamente de las fluctuaciones de los precios internacionales de los mercados de los metales, variable clave a la hora de hacer proyecciones de largo plazo.

La explotación del cobre en lo corrido de la primera década del siglo XXI, resultado de su alto precio internacional, ha definido en Atacama un crecimiento explosivo en la actividad minera, cuya dinámica en la economía regional ha involucrado la activa participación de la población atacameña en este “boom” económico y productivo. Se registra eso sí una diferencia sustancial en el modelo de explotación de los minerales, tendiendo al reemplazo de la mano de obra no especializada -ampliamente demandada antaño- por la utilización creciente de maquinaria. Dejan entonces de ser necesarios los grandes contingentes de trabajadores dedicados al desarrollo de labores cotidianas como el “barroteo”, carguío, molienda y traslado de minerales que antes eran transportados en carretas y vagones de tracción animal; hoy participan maquinaria y tecnología robótica ajustadas a los nuevos procesos, que agregan valor a la producción mineral y mejoran los márgenes de seguridad para el personal. Ha cambiado también el modelo de industria minera, variando desde una antigua explotación de pequeños volúmenes de minerales de alta ley hacia una gran minería contemporánea que trabaja con grandes volúmenes de minerales de baja ley.

La producción regional orientada a la exportación se fundamenta principalmente en la producción primaria y extractiva. Durante la última década, parte importante de la población activa regional se integra a los sectores productivos primarios representados por el sector agroalimentario y la minería (Tabla 2). En estos datos se aprecia que el nivel de empleo en la minería de Atacama ha permanecido relativamente estable desde el 2001, variando apenas en unas décimas, pero evidencia periodos de expansión y retracción; además demuestra que a pesar de ser la actividad productiva mayoritaria en cuanto a exportaciones, no siempre es la más gravitante en cuanto a absorción de mano de obra.

EL ESTADO Y LA PROPIEDAD MINERA EN CHILE

El concepto de propiedad minera surge en Chile con el arribo europeo, cambiando de manera radical el sentido de posesión de los laboreos mineros, que antes de su llegada pertenecían solamente a quien los explotaba. Desde el inicio de la Colonia, Chile asume las leyes españolas para el desarrollo de la actividad minera: por cédula del 8 de diciembre de 1785 dirigida al virrey del Perú, se mandó adoptar en Perú y Chile las *Reales Ordenanzas para la dirección, régimen y gobierno del importante cuerpo de la minería en Nueva España*, el más importante de todos los cuerpos de legislación minera en América aprobados para aquel virreinato en 1783; éstas se mantuvieron vigentes hasta la promulgación una legislación minera propia -en los albores de la República- cuando se redacta el primer Código de Minería en 1874 (Camus 2004, Sernageomin 2007). Estos cuerpos legales evolucionaron, pasando por documentos que datan de 1874, 1888, 1930 y 1932, hasta llegar al actual Código de Minería (Ley 18.248) promulgado el 26 de Septiembre de 1983. La principal motivación perseguida con las modificaciones a este Código ha sido la de ajustar los avances tecnológicos de la industria mundial al contexto chileno, como también las oportunidades de generación de mayor riqueza que ofrecen

Tabla 2. Fuerza de trabajo ocupada en la Región de Atacama entre 1997 y 2007, por rama de actividad económica. Promedio anual de trimestres móviles y porcentaje de participación de la actividad económica respecto del total de ocupados. (Fuente: Adaptado de INE 2008).

Año	Total	Promedio anual por Sector Económico (en miles de Personas y % del total)																	
		Agricultura, Caza, Pesca		Minas y Canteras		Industria Manufacturera		Electricidad, Gas y Agua		Construcción		Comercio		Transporte, Almacenaje y Comunicaciones		Servicios Financieros		Servicios Comunales Sociales Personales	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1997	97,79	12,9	13,2	15,5	15,8	6,7	6,9	1,2	1,2	9,8	10,0	18,8	19,2	9,1	9,3	4,8	4,9	19,1	19,6
1998	99,18	14,8	14,9	13,6	13,7	5,7	5,8	0,6	0,6	12,2	12,3	18,3	18,5	7,5	7,6	5,3	5,3	21,0	21,2
1999	101,53	15,4	15,1	12,3	12,2	7,9	7,7	1,0	1,0	10,8	10,6	18,6	18,3	7,1	7,0	5,8	5,7	22,8	22,4
2000	99,07	15,4	15,6	9,9	10,0	10,5	10,6	1,0	1,0	10,1	10,2	17,0	17,2	7,0	7,1	5,1	5,1	23,0	23,2
2001	99,36	15,6	15,7	10,9	11,0	6,7	6,8	0,6	0,6	12,1	12,2	17,5	17,6	7,0	7,0	5,0	5,1	23,9	24,1
2002	100,49	16,1	16,0	10,7	10,7	6,7	6,7	0,5	0,5	13,3	13,2	17,2	17,1	7,4	7,3	4,6	4,5	24,1	24,0
2003	102,41	18,3	17,8	10,3	10,0	6,9	6,7	0,6	0,5	12,3	12,0	15,7	15,3	8,9	8,7	5,2	5,1	24,3	23,7
2004	104,59	18,8	18,0	11,9	11,4	6,8	6,5	0,4	0,3	11,9	11,4	17,2	16,4	8,6	8,2	4,9	4,7	24,2	23,2
2005	110,94	18,8	16,9	11,8	10,6	7,6	6,9	0,4	0,4	14,5	13,1	19,9	17,9	8,4	7,6	4,6	4,2	24,9	22,5
2006	106,3	13,6	12,8	12,4	11,7	5,6	5,3	0,2	0,2	14,7	13,8	19,4	18,2	7,1	6,7	6,8	6,4	26,5	25,0
2007	110,8	12,5	11,3	12,8	11,5	6,2	5,6	0,3	0,3	16,9	15,2	20,5	18,5	8,3	7,4	7,1	6,4	26,3	23,7

nuevos mercados y la necesaria actualización en el conocimiento del uso de los diferentes minerales por parte de la industria metalúrgica.

El espíritu de estos cuerpos legales ha sido regular una actividad creadora de riquezas que ha motivado grandes disputas legales centradas casi siempre en la propiedad de los yacimientos explotados. El actual código (Ley 18.248) declara en su Título I y Artículo 1º que las sustancias minerales existentes en Chile son propiedad del Estado, el cual *“tiene el dominio absoluto, exclusivo, inalienable e imprescriptible de todas las minas, comprendiéndose en éstas las covaderas, las arenas metalíferas, los salares, los depósitos de carbón e hidrocarburos y las demás sustancias fósiles, con excepción de las arcillas superficiales, no obstante la propiedad de las personas naturales o jurídicas sobre los terrenos en cuyas entrañas estuvieren situadas”*. Este mismo artículo precisa que *“toda persona tiene la facultad de catar y cavar para buscar sustancias minerales”* como *“también el derecho de constituir concesión minera de exploración o de explotación sobre las sustancias que la ley orgánica constitucional declara concesibles”*. Es decir, el Estado no transfiere la propiedad del terreno solicitado, entregando solamente su uso y goce a las personas que ajustadas a derecho solicitan dicha concesión. Asimismo, en su Artículo 2º, este código precisa el concepto de concesión minera, que puede ser de exploración o explotación, definiéndola como un *“derecho real e inmueble; distinto e independiente del dominio del predio superficial, aunque tengan un mismo dueño”*, la cual como derecho es *“oponible al Estado y a cualquier persona; transferible y transmisible; susceptible de hipoteca y otros derechos reales y, en general, de todo acto o contrato; y que se rige por las mismas leyes civiles que los demás inmuebles, salvo en lo que contraríen disposiciones de la ley orgánica constitucional o del presente Código”*. Se establece así una condición de uso y propiedad sólo de las sustancias minerales existentes en el subsuelo de la concesión, las cuales una vez extraídas pasan a ser propiedad exclusiva del concesionario, quién puede explotarlas a su libre disposición y transformarlas en su patrimonio económico según sea su conveniencia. Es decir, el titular de la concesión puede disponer solamente de la propiedad sub superficial, debiendo respetar los derechos de propiedad superficiales cuando estos existan y se encuentren vigentes.

Aún cuando el código de minería entrega el derecho de explotación de los minerales en el sub suelo, dicha concesión no faculta al titular para ejercer derechos generales de uso del agua alumbrada como consecuencia de dicha explotación minera, elemento que debe ajustarse a lo establecido por el código específico vigente. Anticipando esta posible vaguedad, la legislación dispone en el artículo 110º de este código que el concesionario tiene *“por el solo ministerio de la ley, el derecho de aprovechamiento de las aguas halladas en las labores de su concesión, en la medida en que tales aguas sean necesarias para los trabajos de exploración, de explotación y de beneficio que pueda realizar”*, debiendo ajustar su periodo de utilización a la duración y vigencia de la concesión minera obtenida. El artículo 111º precisa además que *“el uso de las demás aguas necesarias para explorar, explotar o beneficiar sustancias minerales se sujetará a las disposiciones del Código de Aguas y demás leyes aplicables”* en nuestra nación. Resulta evidente entonces que se observe en la actualidad un conflicto por el uso de este recurso.

LA ACTIVIDAD MINERA Y EL MEDIO NATURAL

La minería ha sido - y lo será siempre - una actividad productiva de alto impacto económico y ambiental: sus impactos más importantes se relacionan con la generación de residuos sólidos, contaminación atmosférica, uso intensivo del agua en zonas de escasez, contaminación de aguas y suelos y riesgo ambiental producto de minas abandonadas y tranques de relaves (Fundación Terram 2000), problemas que afectan directa o indirectamente la biodiversidad en Atacama. Esta actividad no sólo implica la alteración física de las áreas de intervención directa, sino también demanda gran cantidad de otros recursos de alto valor ambiental: energía, suelo, paisaje y principalmente el agua, son los recursos naturales que permiten dar forma a cualquier proyecto minero. La competencia por estos recursos es una realidad en Atacama, siendo el agua un tema de interés transversal que hoy convoca a los diversos actores productivos (especialmente mineros y agricultores) en torno a una mesa de trabajo para discutir las diversas visiones y oportunidades para lograr su aprovechamiento eficiente, equitativo y sustentable.

En los siglos pasados y especialmente luego de la conquista europea, la intervención minera orientada a filones de rica ley, demandó grandes cantidades de recursos vegetacionales para abastecer fundiciones, alimentar trabajadores y recuas de transporte. En la actualidad y luego de un sostenido proceso de reemplazo del hombre por la máquina, el gran impacto que genera la explotación de grandes yacimientos se aprecia en el suelo y su cobertura natural, recursos que alterados de manera definitiva han generado grandes pasivos ambientales que hoy yacen en "tierra de nadie", ocupando los espacios y emitiendo residuos al ambiente. El cambio de la cobertura del suelo es una realidad originada en la industria minera y en la agricultura, generando modificaciones permanentes que deben ser remediadas para garantizar el futuro de la biota y sus ocupantes.

El Código de Minería, en su Artículo 17 establece la necesidad de permiso escrito del Intendente respectivo, para ejecutar labores mineras en lugares declarados parques nacionales, reservas nacionales o monumentos naturales (inciso 2º) y del Presidente de la República, para ejecutar labores mineras en covaderas o en lugares que hayan sido declarados de interés histórico o científico (inciso 6º), constituyendo este último una oportunidad para la protección de la biodiversidad. A estas disposiciones se suma la actual regulación de los proyectos mineros en sus aspectos ambientales, por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA, Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente, 1994), herramienta de data reciente que en alguna medida permite moderar los impactos declarados mediante propuestas de manejo para mitigarlos. Esta herramienta, al convocar la participación de los diversos servicios preocupados del ambiente, integra en el análisis del proyecto la visión de especialistas bajo la forma de información detallada acerca de los efectos apreciables "ex-ante". Esta información debe estar disponible para formalizar consultas a los profesionales que controlarán su ejecución, pudiendo solicitarse trabajos detallados de terreno para determinar el estado de los recursos naturales involucrados, el grado de impacto sobre ellos y analizar las soluciones propuestas por los titulares para manejar dichas alteraciones. En el caso específico de la minería, se abordan la propiedad o pertenencias mineras que serán explotadas, las áreas de construcción de botaderos, obras civiles y caminos interiores o exteriores que precisa el proyecto presentado, siendo muy relevante el recurso vegetacional por la fragilidad propia de la flora atacameña. Esta obligación de someter la actividad minera -al igual que la totalidad de las

demás actividades productivas, excepto la agricultura- le permite al Estado chileno ejercer su rol contralor del medio ambiente según lo expresado en el Artículo 19, N° 8 de la Constitución Política, que declara nuestro “*derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación*”, siendo “*deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza*”. El SEIA, en consecuencia, es una de las herramientas que dispone la sociedad chilena para asegurar la herencia ambiental a nuestros descendientes, quienes deben recibir un medio natural con la potencialidad necesaria para su desarrollo integral.

En la Región de Atacama, ya descrita por el predominio de la actividad minera, el riesgo de deterioro del ambiente resulta evidente al analizar la densidad de centros mineros (Fig. 1), una medida del costo de conservación (ver Capítulos 8 y 9). El costo de conservación será mayor cuanto mayor sea la relevancia económica y la ocupación territorial de la actividad minera existente.

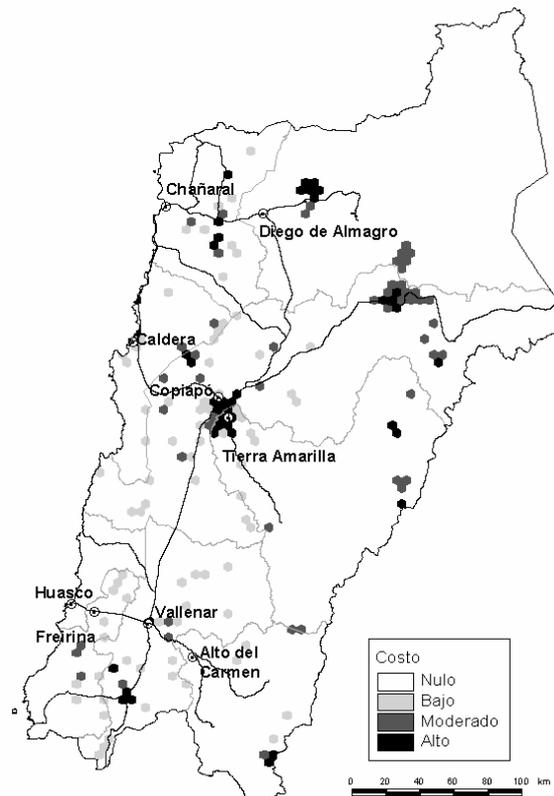


Fig. 1. Costo de conservación basado en la densidad de centros mineros para la Región de Atacama. Se muestra además, las capitales comunales y sus límites (línea gris) y la red vial básica (línea negra). La densidad de centros mineros fue calculada como el número de centros mineros de la cobertura de SERNAGEOMIN en 25 km². Las densidades fueron divididas en 4 rangos (nulo = sin centros mineros; bajo > 0 y < 2; moderado > 2 y < 5; alto > 5). En el caso de existir un centro de la gran minería en el hexágono, se optó por considerar un costo alto (ver detalles en el Capítulo 9).

El análisis de la flora atacameña revela que al menos 5 especies En Peligro y 8 especies en categoría Vulnerable son afectadas directamente por la

actividad minera, ya sea por la destrucción de hábitat por faenas mineras y construcción y uso de caminos, o bien por la extracción de agua (ver mayor detalle en Capítulo 5). Sin embargo, muchas otras especies que aún no se encuentran en categoría de conservación, igualmente son afectadas por estos factores y a futuro podrían verse amenazadas.

ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

Siempre que se analiza la actividad humana, surgen múltiples visiones acerca del real impacto de sus resultados y para evaluarlos, se buscan patrones estandarizados que eviten la parcialización de los juicios emitidos. Resulta preocupante el informe “Evaluaciones del Desempeño Ambiental - Chile” (OCDE & CEPAL 2005), que aún cuando reconoce los esfuerzos chilenos en pos de la consecución de objetivos de conservación, también declara que *“no obstante, hasta la fecha la protección de la naturaleza no ha contado con el énfasis y los recursos suficientes para enfrentar las amenazas de largo plazo de la diversidad biológica altamente endémica de Chile. No hay ninguna ley específica de conservación de la naturaleza, y las estructuras institucionales y de manejo dan una importancia secundaria a los objetivos de conservación ante las metas más amplias de los organismos relevantes. A pesar de las mejoras registradas durante el período evaluado, los fondos para la protección de la naturaleza y la diversidad biológica, y para velar por el cumplimiento de las normas, son insuficientes”*. Queda en evidencia que la conservación de la biodiversidad única de nuestro país y la singular biodiversidad regional, están afectadas por la necesaria asignación de fondos para su preservación. La asignación de fondos específicos para la conservación de la biota debe ser complementada con el apoyo a trabajos de investigación que generen información especializada orientada a comprender de mejor manera nuestro entorno natural. Sólo la construcción de este conocimiento, hoy casi inexistente, permitirá contar mañana con los elementos de juicio requeridos para manejar el medio natural en pos de su eficiente utilización y explotación económica en compatibilidad con los requerimientos de conservación.

La minería nacional es hoy reconocida por su entusiasmo en la aplicación de normativas ambientales, estándares que han sido incorporados gracias a las presiones en los mercados de destino y de las sociedades donde las empresas tienen sus casas matrices. En este sentido apuntan el desarrollo de los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), la certificación de procesos productivos según normas ISO 14.000 por parte de la gran minería del cobre (CODELCO Chile) y de algunas empresas medianas, como también la aplicación de procedimientos propios orientados hacia este objetivo. No obstante, existe un gran segmento de la industria minera chilena que no adscribe este tipo de exigencias, como ocurre con la mediana y pequeña minería, que aún pudiendo contar con los recursos económicos requeridos para garantizar la reducción de los impactos de la actividad, no realizan inversiones orientadas a su mitigación. Es a este segmento al cual han de orientarse preferentemente los esfuerzos por formalizar su participación activa en estas materias, definiendo estrategias basadas en una visión interdisciplinaria (MINMINERIA 2005) para construir compromisos ambientales que permitan superar las falencias hoy evidentes, dentro de plazos razonables. Cabe destacar que en el sector minero, el SEIA ofrece una oportunidad para la expansión de las áreas silvestres protegidas, la que coordinada por el Estado

de Chile, puede ser una respuesta posible para la protección de la biodiversidad regional (ver Capítulo 9).

La minería en Atacama, dependiente del comportamiento de la demanda externa en el marco de la globalización (Revista Areaminera 2006), por ahora permite augurar un mercado de minerales en permanente expansión. Cabe destacar que la producción minera nacional no presenta adición de valor y es exportada sólo como “*commodity*”, realidad que en algún momento pesará por no desarrollar el conocimiento para valorizar aún más el recurso minero.

Finalmente, debe considerarse que uno de los principios fundamentales de la gestión ambiental actual postula que “quien contamina, paga”, pero además de asumir que para pagar se ha de disponer del recurso económico necesario, la visión debe orientarse en una perspectiva de largo plazo. La empresa minera genera recursos importantes como resultado de una actividad que altera el medio natural, cuyos grandes pasivos ambientales originados en el pasado y como resultado de vacíos legales anteriores y actuales, impactan el medio ambiente y la calidad de vida de las poblaciones vecinas. Relaves, escoriales y botaderos de estéril de 309 faenas mineras abandonadas a lo largo del país (FOCIGAM 2007) generan alteraciones ambientales evidentes, que van desde la simple presencia indeseada de desechos en el paisaje hasta la emisión de residuos en suspensión y aguas contaminadas. No deben olvidarse las importantes huellas dejadas por la minería, tales como el caso ampliamente difundido de la contaminación de la Bahía de Chañaral, relaves abandonados bajo condiciones inseguras y otros pasivos ambientales aún no resueltos por la industria minera (OCDE & CEPAL 2005). Cabe destacar que ha sido reiteradamente demostrado que, tratándose de la protección del medio ambiente y de la salud de las personas, la prevención resulta más efectiva y económica que la reparación de daños muchas veces irreversibles. La minería debe reducir los impactos sobre el entorno y debe garantizar a la población actual y las generaciones futuras el derecho a vivir en un ambiente limpio. He ahí una importante tarea para el poder ejecutivo: generar las condiciones para que mediante incentivos pecuniarios y/o tributarios, los mineros de hoy se encarguen de lo hecho por la minería anterior. Para paliar los lamentables efectos pasados y mitigar los futuros, es necesario contar con recursos, generar procesos productivos más amigables con el medio ambiente y gestar el conocimiento que permita proteger a nuestros descendientes.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ O (1979) Atacama de Plata. Oro Impresor, Santiago. 266 pp.
- ÁLVAREZ O (1995) Huasco de Cobre. Ediciones Universidad de Atacama, Copiapó. 305 pp.
- AMPUERO G (1978) Cultura Diaguita. Departamento de Extensión Cultural del Ministerio de Educación (Chile), Serie El Patrimonio Cultural Chileno, Colección Culturas Aborígenes. Ed. Gabriela Mistral, 53 pp.
- BLANCO M (2002) El Inca Garcilaso, un indio antártico (1539-1616). Estudios Públicos (Chile) 86: 377-476.
- CAMPOS-ORTEGA C, C SOTOMAYOR (2000) Informe Etapa de Diagnóstico. Programa Experimental Demostrativo de Desarrollo Agrícola. I. M. Diego de Almagro - U. de Atacama, Copiapó.
- CAMUS P (2004) Los bosques y la minería del Norte Chico, S. XIX. Un mito en la representación del paisaje chileno. Historia (Santiago), 37(2):289-310.

- CAMUS P (2006) Ambiente, Bosques y Gestión Forestal en Chile. 1541-2005. Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. Editorial LOM. 374 pp.
- CÁRCAMO UA (2004) Mineros y minería en el Norte Chico: La Transición. Desde la Colonia a las primeras décadas de la República. Tesis Magister en Historia, mención Historia de Chile. Escuela de Postgrado, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad de Chile, Santiago. [en línea] <http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2004/carcamo_u/html/index-frames.html> [consulta: 25 de enero de 2008]
- CERVELLINO M (1994) Evidencias de metalurgia prehispánica en la Región de Atacama. Primera parte: una reevaluación. Boletín del Museo Regional de Atacama N°4, Copiapó.
- CHONG G (1985) Hallazgo de restos óseos de dinosaurios de la Formación Hornitos, Tercera Región de Atacama, Chile. Actas Congreso Geológico Chileno (Antofagasta), 1(4):152-161.
- DARWIN C (1835) The Voyage of the Beagle, Cap. 16: Northern Chile and Perú. 22.6.1835. [en línea] <<http://www.literature.org/authors/darwin-charles/the-voyage-of-the-beagle/chapter-16.html>> [consulta: 23 de enero de 2008]
- DE BIBAR G (1558) Crónica y Relación Copiosa y Verdadera de los Reynos de Chile. Transcripción paleográfica del Prof. Irving A. Leonard, según el manuscrito original. Ed. Facsimilar y a plana del Fondo Histórico y Geográfico de José Toribio Medina, Santiago de Chile, 1966. 496 pp.
- ENCINA F & L CASTEDO (1964) Resumen de la Historia de Chile. ZigZag Ediciones, Santiago, 5ª Ed.
- FOCIGAM (2007) Memoria FOCIGAM 2002-2007. Proyecto Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en la Gestión Ambiental Minera. Cooperación Técnica entre la Agencia de Cooperación Internacional de Japón y el Servicio Nacional de Geología de Chile. [en línea] <http://www.sernageomin.cl/pdf/pasivos_ambientales/Contenido_Memoria_FOCIGAM.pdf> [consulta: 30 de enero de 2008]
- FUNDACIÓN TERRAM (Democracia, Ecología y Políticas Públicas), Dirección de Estudios (2000) Informe de Recursos 1990-1999. Terram Publicaciones, Santiago, Chile. 97 pp.
- GARRIDO F & C ROBLES (2007) ¿Qué Sucedió en Copiapó? Rescatando y Educando sobre la Historia Prehispánica de Atacama. Universidad de Chile, Santiago. 27 pp.
- GAY C (2001) Sobre las causas de disminución de los montes de la Provincia de Coquimbo. Informe al Ministro Portales. En: (FA Squeo, G Arancio & JR Gutiérrez, eds.) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo: 281-286. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena.
- GODOY M (2007) "¿Cuándo el siglo se sacará la máscara!: Fiesta, carnaval y disciplinamiento cultural en el Norte Chico. Copiapó, 1840-1900. Historia (Santiago) 40(1): 5-34.
- GOLDER ASSOCIATES (2006) Diagnóstico de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Copiapó y Proposición de un Modelo de Explotación Sustentable. Golder Associates S.A., Santiago. 129 pp.
- GRIEM W (2002) Museo Virtual Universidad de Atacama, Depto. de Minas, Área de Geología. Sección Geología. [en línea] <<http://plata.uda.cl/minas/apuntes/geologia/Museovirtual/068geo.htm>> [consulta: 25 de enero de 2008]
- GRIEM W (2004) La Minería. Museo Virtual W. Griem (1999-2002). Universidad de Atacama, Depto. de Minas, Área de Geología. [en línea]

- <<http://plata.uda.cl/minas/apuntes/geologia/minas/001histgen01-esp.htm>>
[consulta: 30 de enero de 2008]
- INE (Instituto Nacional de Estadísticas, Chile) (2008) Estadísticas territoriales, III Región. [en línea] <http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/territorio/regiones/r3.php> [consulta: 30 de enero de 2008]
- INE - Atacama (Instituto Nacional de Estadísticas, Chile - Región de Atacama) (2007) Anuario estadístico regional 2007, Región de Atacama. [en línea] <<http://www.ineatacama.cl/archivosenpdf/boletin.pdf>> [consulta: 30 de enero de 2008]
- MINMINERIA (Ministerio de Minería, Chile) (2005) Revisión de la Gestión Ambiental en la Pequeña Minería. Ministerio de minería, Santiago de Chile. 84 pp.
- MINMINERIA (Ministerio de Minería, Chile) (2008) La Minería de Chile a través de la Historia. [en línea] <http://www.minmineria.cl/pagina.php?seccion_id=94&sub_id=140> [consulta: 30 de enero de 2008]
- MOSTNY G (2004) Prehistoria de Chile. Editorial Universitaria. 15ª Edición.
- MUSEO CHILENO DE ARTE PRECOLOMBINO (2005) Joyas de los Andes. Metales para los hombres, metales para los dioses. Morgan Impresores, Santiago de Chile. 95 pp.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) & CEPAL (Comisión Económica para América Latina y El Caribe). 2005. Evaluaciones del Desempeño Ambiental - Chile. Publicación conjunta OCDE - CEPAL. 246 pp.
- PERALTA P, G SANTANDER, C GONZÁLEZ & C WESTFALL (2006) Reflexiones arqueológicas sobre la ocupación de Pampa Austral a través de sus contextos líticos (Diego de Almagro, Región de Atacama). En: (D Pavlovic & P López, eds) Simposio Regional Norte Chico, XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena, U. Austral de Chile, Valdivia, 9-14 de octubre, Libro de Resúmenes: 31-32.
- PÉREZ DE ARCE J (2005) Voces metálicas en cencerros de bronce. En: (Museo Chileno de Arte Precolombino, ed). Joyas de los Andes. Metales para los Hombres, Metales para los Dioses, II: 70-79. Morgan Impresores, Santiago de Chile. 95 pp.
- REVISTA AREAMINERA (2006) Historia de la minería en Chile. Los años no pasan en vano. *Revista Areaminera* (Chile), 2(agosto-septiembre):42-45. [en línea] <<http://www.edicem.cl/archivo/aminera8b.pdf>> [consulta: 30 de enero de 2008]
- SAYAGO CM (1973) Historia de Copiapó. Editorial Francisco de Aguirre. Santiago. 629 pp.
- SAYAGO S (1997) Crónicas del Desierto. Ediciones Universidad de Atacama.
- SEELNFREUND A (2006) Informe de Inspección Arqueológica. En: (BC&C Consultores Ltda., eds). Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Exploración Minera Recuperada, Sociedad Minera Recuperada Ltda.: Anexo C. 11 pp.
- SERNAGEOMIN (2007) Guía de Constitución de Concesiones Mineras de Explotación y Exploración. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago. 52 pp.