



Federación Regional Única de los
Trabajadores Campesinos del Altiplano Sur



Federación Sindical Única de Mujeres
Campesinas del Altiplano Sur Bartolino Sisa



"MINANDO EL AGUA: LA MINA SAN CRISTÓBAL, BOLIVIA"

A MANERA DEL PRÓLOGO

En junio de 2007 la Comisión para la Gestión Integral del Agua en Bolivia (CGIAB) realizó la primera visita al pueblo de San Cristóbal, ubicado a 70 Km al suroeste de Uyuni, producto de una invitación de FRUTCAS (Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Altiplano Sud), y guiada por la investigación de Jorge Molina “Agua y recurso hídrico en el sudoeste de Potosí” (2007).¹ En esta visita se pudo evidenciar el descontento de algunos lugareños ante la desaparición de algunas fuentes de agua (llamados también “ojos de agua”) que fueron cubiertas por los desmontes en el inicio de las operaciones de la Minera San Cristóbal.

Resultado de esta visita se conformó un equipo técnico CGIAB y FRUTCAS para dar seguimiento al caso. Las principales incertidumbres respecto a este proyecto tienen que ver con los impactos ambientales causados por la empresa. Las preguntas que son fuente de preocupación para los lugareños incluyen : ¿Cuál es el área afectada por la extracción de agua subterránea?, ¿Cuáles son las consecuencias para los niveles freáticos?, ¿De qué profundidad se está extrayendo el agua y cual su calidad y/o edad?, ¿Cómo se está utilizando el dique de colas? ¿qué tan efectivo es un proceso de reutilización? ¿permite algún tipo de filtración? ¿Qué pasará con la laguna de desechos una vez terminada la explotación? ¿Por qué se están secando las vertientes y pozos de comunidades aledañas? ¿Cuánta agua extraen y piensan extraer en todo el periodo de explotación? ¿Qué pasará con los 10 pozos que pueden suministrar completamente la demanda de agua estimada durante el tiempo de vida del proyecto? ¿Cuál es el área afectada por el polvo?... Desde el 2007 la CGIAB intenta ver la mejor manera de responder estas preguntas, organizando para ello muchos seminarios, talleres, reuniones y encuentros, así como la elaboración de videos, boletines y otras publicaciones.

En este tiempo de trabajo un aspecto relevante ha sido la importancia del acceso a la información, como práctica de transparencia, más allá de la sola accesibilidad física a los archivos, como ser los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) presentados al gobierno; por un lado, quién debe tener la responsabilidad de procesarla y responder de forma clara a los posibles afectados e interesados en el tema, que permitan aplicar el derecho de consulta para las comunidades locales afectadas, hoy constitucionalizada; por otro, los alcances y profundidad de la información, dada la complejidad de los impactos ambientales mineros.

Publicación de la
Federación Regional Única
de los Trabajadores Campesinos
del Altiplano Sud
(FRUTCAS)

Federación Sindical Única
de Mujeres Campesinas
del Altiplano Sud Bartolina Sisa
(FSUMCAS)

Comisión para la Gestión Integral del Agua en Bolivia
(CGIAB)

Con el apoyo de:

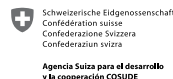


Honorable
Municipio de
Colcha “K”



Con el auspicio de:

CONCERTAR



Dirección FRUTCAS: calle final Uruguay, s/n Uyuni
Telf. / Fax: 2693- 2145
Casilla Postal: N° 50- Uyuni
Radio Lípez

Edición: Ida Peñaranda
Diagramación: Ricardo Mirones H.
Impresión: Gráfica Abba.

¹ Aunque la relación del CGIAB se remonta al 2001, cuando la CGIAB apoyó a la organización campesina en la lucha contra la exportación de aguas al norte de Chile, por parte del gobierno de entonces.

Protegidos por la normativa minera, las empresas no pagan por el consumo de agua ¿no es un caso de distribución desigual del agua? Las grandes empresas que justifican este uso preferencial, casi siempre excesivo, utilizan medidas paliativas y nada auto-sostenibles para dotar de este recurso a la población afectada. Este caso por ejemplo puede llevar a una discusión entre las distintas, instituciones, organizaciones sobre las políticas y marcos regulatorios para una gestión hídrica justa e integral, dependerá del grado de información con el que cuenten las comunidades para comenzar el ejercicio democrático.

Este año tuvimos el agrado de iniciar un interesante ejercicio de acceso a la información para lo cual contamos con el apoyo de Robert Moran, un experto hidrogeólogo conocido por su amplia experiencia y eficiencia en el tema, que apoyó a FRUTCAS a tratar de responder las incertidumbres. Para la realización de este trabajo recibimos el total apoyo del ministro de agua René Orellana, pero a pesar de su espíritu colaborador los funcionarios correspondientes no facilitaron el proceso.

Este libro contiene el texto elaborado por Robert Moran sobre el resultado de la revisión de la información existente, las sugerencias desde su experiencia y las impresiones que tuvo en su visita. Además de cuatro artículos que han sido escritos por parte del equipo técnico de la CGIAB, que nos da una perspectiva crítica para la reflexión legal, económica, social y técnica del caso.

Debemos dar un agradecimiento especial a los técnicos que aquí escriben por su empeño y buena voluntad, FRUTCAS e Intercooperation con el Programa Concertar, CENDA, CEDIB y Green Grand, por hacer posible la realización de este trabajo.



IGLESIA DE SAN CRISTÓBAL.
Fotografía: Ron Vargas



SALAR DE UYUNI.
Fotografía: Ron Vargas



“Minando el agua: la mina San Cristóbal, Bolivia”*

Robert E. Moran, Ph.D.
Michael-Moran Asociados, LLC
Calidad Hídrica/Hidrología/Geoquímica
Golden, Colorado, EE.UU.
remwater@gmail.com

Resumen Ejecutivo

- En la actualidad la Empresa Minera San Cristóbal (MSC) extrae diariamente entre 42.000 y 50.000 metros cúbicos de aguas subterráneas para aprovisionar sus procesos mineros y otras necesidades. Estos niveles de extracción continuarán por aproximadamente 20 años y hasta podrían incrementarse.

La recarga efectiva de los acuíferos mediante la lluvia o proveniente de nevadas es casi nula. Por lo tanto, extraer tales volúmenes de agua no constituye un *desarrollo sostenible* en ningún sentido realista. Esto representa una *explotación minera de agua*. Estas acciones garantizan un incremento de competencia local y regional entre los usuarios de agua existentes y potenciales.

- Tasas tan extremas de extracción aseguran que grandes áreas de los acuíferos locales van a ser desabastecidas por varias décadas después de que MSC concluya sus actividades. De esta manera, muchos otros usuarios potenciales de agua se verán impedidos de hacer uso de estos recursos.
- El agua que aflora a la superficie en fuentes y filtraciones también fluye hacia los acuíferos superficiales en numerosos lugares en las márgenes de la cuenca. Como tales, las fuentes están conectadas hidrogeológicamente con el acuífero superficial. Es decir, las aguas subterráneas pueden moverse entre los acuíferos superficiales y los profundos. Por ello, el hecho de bombear grandes volúmenes de agua subterránea del acuífero profundo causa que una parte del agua del acuífero superficial se sumerja, reduciendo la elevación del agua superficial. A largo plazo, como consecuencia del bombeo de MSC, varias de las fuentes locales, regionales y algunos bofedales se secarán debido a que las aguas de las fuentes y de los acuíferos superficiales y profundos están interconectadas hidrogeológicamente.

* Documento traducido por Mery Blum de Schwarz.



- El bombeo de MSC a largo plazo causará que el nivel de las aguas en los acuíferos superficiales disminuya y que se reduzca la presión en el acuífero más profundo. No es posible determinar la profundidad ni la extensión lateral en que se deteriorarán la napa freática local y regional debido a que la red de monitoreo de pozos y piezómetros existentes en la actualidad es inadecuada.
- El flujo de aguas entre las aguas superficiales locales se verá reducido como consecuencia de la extracción de aguas subterráneas a largo plazo de MSC, lo cual reducirá también el flujo hacia el Salar de Uyuni.
- Los contaminantes químicos presentes en los desechos rocosos, en los sedimentos de las lagunas de desechos y en las paredes de las minas abiertas generarán un cierto grado de contaminación a largo plazo en las aguas subterráneas locales. Los sedimentos que se encuentran inmediatamente debajo de las lagunas de desechos no son absolutamente impermeables a filtraciones de largo plazo.
- Los datos históricos sobre la calidad del agua recogidos por MSC y sus consultores son de calidad cuestionable y no se los puede usar para desarrollar una línea de base cuantitativa. Lo mismo sucede con los datos de calidad del agua presentados en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y aquellos recogidos subsecuentemente, por lo cual MSC no ha compilado una base de datos real sobre la calidad del agua. Los datos sobre calidad del agua presentados en el



*Minera San
Cristóbal,
vista desde el
mirador.*

Fotografía:
Ron Vargas



- EIA y los estudios subsecuentes no proveen un estándar confiable para juzgar cambios futuros en la calidad del agua.
- La información empleada para preparar el EIA (Knight Piesold, 2000) data de hace casi diez años. Muchas de las actividades e impactos descritos en el EIA ya no son relevantes si se los compara con los que ocurre actualmente en las instalaciones de MSC.
- Queda claro que la industria minera tiene una relación económica y estratégica especialmente favorable con el gobierno boliviano, por lo cual se presentan conflictos de intereses inherentes cuando alguna agencia como el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas trata de regular el uso ambiental y de aguas en MSC.
- Descuido gubernamental en los aspectos de uso ambiental y de aguas: es evidente que ninguna agencia regulatoria boliviana conduce en la actualidad revisiones técnicas adecuadas ni implementa reglas de extracción de aguas y asuntos ambientales relacionados. Las inspecciones que se han realizado son generalmente superficiales, cosméticas, fracasan al investigar aspectos técnicos reales sobre asuntos hidrogeológicos y sus impactos.

Recomendaciones y guías para acciones futuras

- El público en general necesita una fuente de apoyo técnico que le ayude a integrar e interpretar la información hidrogeológica disponible. Para desarrollar este papel es necesaria la provisión de fondos con el objetivo de crear un grupo independiente técnica y financieramente de MSC.
- Es necesario contar con algún grupo científico estructural y financieramente independiente de la compañía minera que recolecte información sobre volúmenes disponibles de agua (subterránea y superficial) en la región de MSC así como información confiable sobre la calidad de sus aguas. Este mismo grupo debería compilar y evaluar la utilidad de los datos de todas las "líneas de base" existentes. Este grupo debe contar con la confianza del público en general.
- Desarrollar una red extensa de monitoreo de pozos y piezómetros para determinar la disminución real de la extensión vertical y lateral de niveles de agua. Estas decisiones deberían ser tomadas por el grupo independiente, mencionado anteriormente, en conjunto con los representantes de MSC.



- Desarrollar una base de datos de “línea de base” real para niveles de agua (pre-operacionales), ubicaciones de fuentes y química de aguas usando todos los datos confiables. Estas actividades deberían ser realizadas idealmente por un grupo independiente de MSC.
- Monitoreo de pozos ubicados pendiente abajo de las lagunas de deshechos, las cuales deberían ser monitoreadas para verificar montos reales de filtración y la calidad del agua. En caso de detectar volúmenes excesivos de filtración se podrían instalar sistemas de bombeo de filtraciones.
- Animar al gobierno a desarrollar regulaciones que pongan límites a la extracción inaceptable y desperdicio de suelos y de aguas superficiales por parte de MSC (y otras actividades mineras e industriales). Estas políticas deberían considerar el agua como un recurso público / comunal y cualquier extracción debería ser sostenible a largo plazo sin generar impactos inaceptables para otros usuarios de agua cercanos.
- Animar al gobierno a desarrollar prácticas / regulaciones que requieran que MSC mida y reporte públicamente todos los usos de agua en sus instalaciones, por lo menos trimestralmente. Estas prácticas / regulaciones deberían exigir que una agencia apropiada del gobierno boliviano esté obligada a revisar estos datos y verificar la idoneidad de la recolección de datos en el campo varias veces por año.



Camioneta
Minera San
Cristóbal.

Fotografía:
Ida Peñaranda



Dado que el agua es el recurso más valioso en condiciones tan áridas, los funcionarios bolivianos deben desarrollar procedimientos *aplicables* para exigir a MSC que limite su uso y contaminación de agua. Dichos procedimientos podrían incluir demandar que los operadores de minas paguen un precio importante por el uso de volúmenes de agua, y de ninguna manera debe permitirse la extracción no sostenible de este recurso.

Estas políticas requerirán que MSC y los científicos independientes mencionados anteriormente conduzcan estudios detallados para definir los volúmenes de agua superficial y subterránea disponibles para la extracción en la región del proyecto y para proveer estimaciones de los volúmenes de agua disponibles para el desarrollo sostenible a largo plazo. La recolección e interpretación de dicha información deberá ser llevada a cabo conjuntamente por la compañía, sus consultores y un equipo técnico independiente que represente a la sociedad civil y al gobierno. Obviamente, toda esta información sobre aguas debe estar disponible para el público en general y los miembros de este equipo técnico independiente.

- Los intentos de cuantificar la superficie real y los recursos disponibles de agua subterránea deben enfocarse en la recolección de datos medidos. El uso de simulaciones computarizadas debe ser mínimo y usarse solamente como instrumento secundario.
- Promover mayor participación del público en general en diálogos con las compañías mineras relacionados con impactos de los recursos de agua reales, medidos, y otros impactos ambientales.
- Promover que las autoridades bolivianas reguladoras desarrollen una legislación que exija que todas las compañías mineras, existentes y futuras, demuestren que tienen alguna forma de garantía financiera viable que permita el pago por impactos futuros e imprevistos tanto ambientales como específicos del recurso. En Canadá, Estados Unidos y la mayor parte de Europa Occidental dichas garantías financieras se plasman en bonos financieros o seguros ambientales, los cuales se compran y mantienen por medio de una parte independiente de la compañía minera.
- Las nuevas regulaciones desarrolladas por el gobierno boliviano no deberían permitir que los consultores de las compañías mineras calculen los montos de dinero que se obtendrán como bono. Dichos montos deben ser calculados por partes independientes de la industria minera. De igual manera, dichas partes independientes deberían determinar los cronogramas para la liberación del dinero de los bonos a las compañías.



1.0. Introducción

Propósito y Alcance. Los esfuerzos del presente trabajo tienen el propósito de evaluar los *impactos relativos al agua* de una mina grande de zinc, plata y plomo de tajo abierto de la Empresa Minera San Cristóbal (MSC) en el altiplano alto y muy seco del sudoeste de Bolivia. Esta evaluación se realizó tomando en consideración el contexto amplio de los numerosos usuarios presentes y futuros de volúmenes extremadamente limitados de agua fresca disponible en todas las fuentes en esta región. Mis actividades en Bolivia se llevaron a cabo entre el 8 y el 23 de Agosto de 2009. Las observaciones y opiniones a continuación son producto de las siguientes actividades:

- Revisión de gran parte de los informes más relevantes preparados por MSC y sus consultores obtenidos del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (MMAyA), La Paz. Estos informes fueron revisados inicialmente por una hidróloga portuguesa, la Dra. Helena Amaral, bajo mi dirección, mientras trabajaba por espacio de tres meses con CGIAB (Comisión para la Gestión Integral del Agua en Bolivia). La Dra. Amaral preparó resúmenes de estos documentos y datos que me fueron proporcionados en los Estados Unidos, La Paz y Uyuni (ver Referencias).
- Revisión de literatura profesional sobre el sudoeste de Potosí y MSC (ver Referencias)
- Reuniones con el Dr. Jorge Molina de la Universidad Mayor de San Andrés, varios miembros del Instituto de Peritaje Geológico de Bolivia (SERGEOTECMIN) y con el Ministro de Medio Ambiente y Aguas y miembros de su personal.
- Reuniones y entrevistas con miembros del equipo de laboratorio en la Universidad Técnica de Oruro y de Spectro Lab (Servicios analíticos - Laboratorio químico), estos últimos involucrados en la preparación y análisis de partes de las muestras de agua de MSC.
- Una visita de campo y reuniones con el equipo de directivos altos del Proyecto Nacional Boliviano del Litio.
- Una visita / inspección a las instalaciones de la mina de MSC y sus alrededores (llevada a cabo entre el 16 y 18 de Agosto de 2009), los últimos dos días como parte de un equipo del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas junto con representantes de municipalidades locales.



- Reuniones con miembros de FRUTCAS (ver abajo) y otros grupos de la sociedad civil de la región.

Adicionalmente, mis comentarios están apoyados por más de 37 años de experiencia hidrogeológica y geoquímica aplicada en cientos de minas y otras instalaciones industriales y de recursos alrededor del mundo. Esta experiencia ha sido adquirida trabajando para inversores privados, clientes industriales, grupos tribales y de ciudadanos, ONGs, firmas de abogados y agencias gubernamentales en todos los niveles.

Estos esfuerzos fueron realizados por solicitud de CGIAB (Comisión de Gestión Integral de Aguas de Bolivia) y FRUTCAS (Federación Regional Única de los Trabajadores Campesinos del Altiplano Sud). Mis actividades fueron financiadas por el Honorable Municipio de Colcha K (Potosí, Bolivia), CESU (Centro de Estudios Superiores Universitarios de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba) y el Fondo de Becas Verdes Globales de Estados Unidos.

En las actividades mencionadas anteriormente me acompañaron y asistieron miembros del CGIAB, FRUTCAS y algunas otras municipalidades. *Sin embargo, las observaciones y conclusiones presentadas en este documento son enteramente las mías.*

Nota introductoria. Después de varios intentos infructuosos, MSC finalmente me permitió visitar su mina como parte de un equipo oficial de "inspección" compuesto por personal del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, mi persona, dos miembros de municipalidades locales y miembros del CGIAB. Sin embargo, MSC se

Salar de Uyuni.

Fotografía:
Ron Vargas





mostró reacia a permitir discusiones técnicas abiertas entre mi persona y su personal técnico y sus consultores, usando sus datos reales. Su respuesta reiterada fue: “Todos nuestros datos técnicos son de acceso público”. MSC controla el flujo completo de información relacionada con sus instalaciones de minería y procesamiento, recolecta sus propias muestras de producción y monitoreo y selecciona la información que desea proporcionar al gobierno boliviano.

Aparentemente, el MMAyA no realiza ningún esfuerzo para exigir a MSC que le proporcione datos completos, *interpretados temporalmente*, ni intentan realizar evaluaciones de esa naturaleza ellos mismos. Mis observaciones y conclusiones a continuación hacen uso de las fuentes descritas anteriormente, pero fueron limitadas por la renuencia de MSC a permitir una revisión sustancial de datos reales con su personal técnico (ver apéndices).

Antecedentes. La Mina San Cristóbal (Minera San Cristóbal MSC) es una mina grande de tajo abierto de plata, zinc y plomo grande, ubicada en el altiplano alto y muy seco en el sudoeste de Bolivia que comenzó sus operaciones activas en el tercer trimestre de 2007. Actualmente proyecta tener una vida activa de aproximadamente 20 años, pero esto podría cambiar en función de fluctuaciones futuras en los precios de los metales y el descubrimiento de nuevos yacimientos.

Las instalaciones mineras y de procesamiento están ubicadas en lo que solía ser el antiguo pueblo de San Cristóbal y en las pequeñas minas históricas de Toldos, Animas, Tesorera y Jayula. El pueblo antiguo fue fundado en el siglo XVI y era usado como lugar de descanso en la ruta entre Potosí y el Océano Pacífico. El pueblo antiguo fue reubicado dentro del área actual del proyecto MSC y en la actualidad es conocido como el nuevo pueblo de San Cristóbal (aproximadamente 650 personas). Culpina K es otro pueblo ubicado dentro del área de proyecto de MSC y permanece en su lugar original.

Las alturas en esta región fluctúan entre aproximadamente 3.800 y 4.500 metros (12.460 a 14.760 pies) y reciben solamente cerca de 150 a 200 mm de precipitación pluvial anual (cerca de 6,0 a 8,0 pulgadas por año), pero en años recientes la precipitación se ha reducido severamente. Las alturas, la luz solar extremadamente fuerte (radiación ultravioleta especialmente extrema) y fuertes vientos hacen que las tasas de evaporación sean mucho mayores que la precipitación pluvial, entre cerca de 1.300 a 1.700 mm por año (51,2 a 67,0 pulgadas por año), aproximadamente de 8 a 10 veces el promedio de precipitación. En estas condiciones, solamente cantidades muy pequeñas de agua de lluvia o de nieve derretida contribuyen a las



aguas subterráneas anualmente. La *mayor* parte de las aguas subterráneas extraídas son consideradas “**aguas fósiles**”, es decir agua de lluvia que cayó después de los últimos periodos glaciales hace más de 10.000 años. (Molina, 2007, Chaffaut, 1998).

SERGEOTECMIN informa que en los últimos 6 años no ha ocurrido ninguna recarga importante en las cuencas de las cuales MSC está extrayendo aguas subterráneas.

La economía de la región del sudoeste boliviano gira predominantemente alrededor de la cría de llamas y otro ganado camélido, cultivo y exportación de quinua, minería y turismo.

Bolivia tiene una larga historia de minería tradicional de metales, tanto durante el periodo pre-colonial como en los siglos siguientes, siendo la mayor parte de esta actividad de *minería subterránea*. La minería ha sido una de las principales fuentes de ingreso bruto para la economía boliviana y continúa siéndolo. Grandes porcentajes de muchas comunidades bolivianas generalmente apoyan la operación de minas de metal, especialmente en áreas que disponen de pocas fuentes alternativas de ingreso. La minería moderna de metales implica principalmente la construcción de *tajos abiertos* inmensos creados usando explosivos y equipo mecánico con impactos mucho mayores que la minería tradicional. Es común encontrar tajos abiertos de 1 a 2 kilómetros de diámetro y de 300 a 400 metros de profundidad.

Muchos ciudadanos en los alrededores de la mina han comenzado a preocuparse sobre varias filtraciones que se han secado, fuentes y bofedales que alimentaban a su ganado, sobre disminuciones en los niveles de agua en pozos privados, sobre la posible contaminación de aguas subterráneas y superficiales por causa de desechos mineros, envenenamientos de flamencos y otras aves y los posibles impactos sobre el Salar de Uyuni, la planicie de sal más extensa del mundo, una atracción turística tremenda y la mayor fuente de ingresos por concepto de turismo en la región. Estos miedos, combinados con la dificultad que los locales enfrentan para tener acceso a información confiable de fuentes independientes sobre las actividades de la mina, han conducido a mucha especulación sobre los posibles impactos en los recursos de agua.

Adicionalmente, el gobierno boliviano ha comenzado la construcción de una planta piloto para desarrollar técnicas necesarias para la extracción de litio valioso, potasio y otros componentes químicos comerciales del salar. En la actualidad, este proyecto piloto es de propiedad y operación estatales y pretende proporcionar numerosas fuentes de trabajo y otros beneficios económicos a la región y dependería también de las aguas que fluyen hacia el Salar. La presente investigación es producto de



los miedos anteriormente mencionados y del creciente interés en las aguas de la región.

Resumen de operaciones mineras.

El siguiente resumen se basa en la información presentada en el EIA (Vol.1, p. 1-83), el cual data de hace casi 10 años. Es normal que muchos de los detalles cambien a lo largo de la vida de cualquier mina de metal.

Se ha proyectado que MSC extraerá en última instancia alrededor de *240 millones de toneladas de mineral de plata-zinc-plomo* de una mina de tajo abierto que tendrá un área aproximada de 1,6 Km por 1.3 Km. Se desconoce aún la profundidad final. Para remover la roca y formar el pozo se utilizan explosivos y maquinaria mecánica masiva. La mayor parte de la roca removida del pozo producirá desechos de dos tipos:

- *Desechos de roca*: roca levemente mineralizada conteniendo concentraciones de metal muy bajas para tener valor económico. Aproximadamente *511 millones de toneladas de desecho rocoso* serán almacenadas en pilas en el mismo sitio (generadas a un ritmo de 70.000 toneladas por día) a lo largo de



Vicuñas del sudoeste de Potosí.

Fotografía:
Ron Vargas



20 años. [En América Latina, el desecho rocoso a veces es erróneamente categorizado como *estériles*, lo que implica que estas rocas no contienen nada. Éstas contienen concentraciones de casi cualquier metal o elemento parecido al metal además de otros componentes no metálicos todos los cuales pueden ser liberados en el medio ambiente ya sea en forma de agua o polvo contaminado.]

- *Sedimentos*: mineral (roca económicamente valiosa) es trasladado del pozo a la planta procesadora donde es aplastado y molido y se le añaden cantidades enormes de agua y químicos de procesamiento para permitir la extracción de los metales valiosos en forma de concentrado (EIA, V. 1, p. 20-23). Los sedimentos son los desechos que deja la planta y que son aproximadamente 50% sólidos y 50% líquidos, una mezcla de partículas de roca, químicos de procesamiento y agua contaminada. Los sedimentos contienen concentraciones significantes de elementos minerales y constituyentes menores (ver EIA, Tabla 42) y un promedio de 4% de minerales sulfurosos. El EIA estima que se producirán y depositarán *240 millones de toneladas* en las lagunas de desechos sin demarcar (pasar los límites establecidos) a lo largo de 20 años.

Aunque los sedimentos frescos de la planta son alcalinos [el pH esperado es de cerca de 10.0 (EIA, V. 1, pg. 132)], contienen suficiente pirita como para generar potencialmente **desagüe ácido** a largo plazo, debido a la cal utilizada como un reactivo de procesamiento. Las tasas de reacción química de la cal son más rápidas que las de la pirita, por lo que el pH se reduce gradualmente con el paso del tiempo. Los contaminantes pueden ser movilizados en soluciones ácidas o alcalinas. *Todos estos desechos pueden permanecer en el lugar para siempre.*

Los productos económicamente valiosos producidos en la planta son concentrados de plata-zinc-plomo, que se transportan en tren a Chile y luego son exportados a otros países (Europa, Asia y Australia) para su fundición.

Según sus informes, MSC bombea y usa aproximadamente entre 42.000 y 50.000 metros cúbicos de agua subterránea diariamente para procesamiento y otros propósitos relacionados con la minería y podría necesitar cantidades adicionales para satisfacer sus necesidades de procesamiento de mineral en el futuro. MSC sostiene que en la actualidad reciclan cerca de 18 por ciento del agua con sedimentos para volver a usarla en la planta y que esperan incrementar esta tasa a 50 por ciento en algún momento indefinido en el futuro. Ninguno de los informes revisados contiene datos sobre los volúmenes reales medidos de agua bombeada o reciclada.



Hidrogeología: una revisión de Molina (2007) y discusiones con el personal técnico de SERGEOTECMIN indican que el altiplano sur contiene numerosas cuencas que están llenas con aproximadamente 200 metros de sedimentos no consolidados de la era del cuaternario los cuales están saturados de agua subterránea. En general, aproximadamente sólo los 50 metros superiores forman un acuífero superficial de sedimentos del Pleistoceno, relleno predominantemente con agua derretida de los últimos periodos glaciales, de hace más de 10.000 AP (antes del presente). Estos acuíferos superficiales contienen agua de relativamente alta calidad, que se puede usar para consumo humano, riego (quinua), mantenimiento de ganado (llamas, alpacas, ovejas), etc.

Los acuíferos profundos generalmente se extienden entre 50 hasta por lo menos 200 metros debajo de la superficie terrestre. Si se comparan con los acuíferos superficiales, los acuíferos profundos tienen sedimentos de granos más finos, tiempos más largos de residencia de aguas y son progresivamente salinos en función de la profundidad. Este patrón es típico de los acuíferos cercanos a muchos lagos salinos del post pleistoceno en el oeste de Estados Unidos, Chile, Australia, el Medio Oriente, etc. *Las cuencas de las que MSC extrae aguas subterráneas en la actualidad tienen estas características.* Gran parte del agua más profunda es inapropiada para uso doméstico, riego o agua para ganado.

Se cree que estos sedimentos se recargan a través escorrentías de abanicos aluviales con material grueso al pie de la Cordillera Oriental. Se cree que la recarga directa a través de la superficie del altiplano está muy limitada debido a la alta evaporación y la baja permeabilidad de los sedimentos superficiales (Dames y Moore, 1967).

El acuífero superficial en los campos de pozos de MSC no está delimitado, mientras que el acuífero profundo está delimitado y hasta es artesiano (fluye en la superficie) en algunos lugares. Toda la evidencia disponible indica que las aguas subterráneas pueden moverse entre los dos acuíferos bajo la influencia de este bombeo de alto volumen y largo plazo.

MSC opera dos campos de pozos de aguas subterráneas: el principal ubicado en la cuenca de desagüe del río Jaukihua, 9 Kms. al sur de la planta de concentración, y el secundario ubicado en la cuenca de desagüe del Río Grande de Lípez, 10 Kms. al sudeste de la planta de concentración. Debido a que MSC necesita agua adicional para procesamiento ha iniciado una exploración y pruebas en una tercera área. Además, MSC declara que actualmente recicla cerca del 18% de las aguas de desecho. En la EIA el reciclaje de agua no fue considerado económica ni ambientalmente ventajoso.



Aguas Domésticas en las poblaciones. El bombeo intenso de aguas subterráneas tiene en la actualidad un impacto sobre los anteriores suministradores de agua para las poblaciones locales; por consiguiente, MSC les proporciona fuentes alternativas. Según el sexto ITMA (Informe Trimestral de Monitoreo Ambiental) – Fase de Construcción de la Mina de Agosto de 2006 (periodo Mayo – Julio de 2006), Anexo 1, se suministran las siguientes cantidades (o se pretende hacerlo):

■ **Comunidad de San Cristóbal:**

- Manantial de Montes Claros: colección y distribución de 73.500 L/d.
- Manantial del antiguo pueblo de San Cristóbal: 30.000 L/d.
- Río Jalanta: 180.000 L/d.

■ **Culpina K:**

- Manantial de Oveja Chanca: colección y distribución de 50.000 L/d.
- Manantial de Jawilcha: construcción de provisión adicional de agua, 120.000 L/d.

■ **Vila Vila:**

- Manantial Chacuata: colección y distribución de 50.000 L/d.
- Manantiales de Misky Uno y Markahui: conservados como fuentes de agua dulce.

Aún no queda claro si todos estos sistemas alternativos de distribución funcionan realmente.

2.0 Observaciones / Preocupaciones / Incertidumbres.

Informes. MSC ha presentado numerosos informes al gobierno boliviano desde antes de 2000 hasta la fecha. Uno de ellos es la enorme Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (Knight Piesold, 2000) compuesta de 5 volúmenes y apéndices que tienen por lo menos 2.500 páginas. Estos informes/estudios incluyen fácilmente más de 5.000 páginas de texto y cuadros en las que las condiciones del sitio y las prácticas cambian continuamente entre documentos. Muchas veces estos documentos están



compuestos de **descripciones verbales poco claras, desorganizadas y definidas pobremente, además de descripciones de tablas y gráficos.** En la mayoría de los casos **la interpretación de los datos acumulados es poca o insignificante** y está presentada como un análisis temporal. Como resultado de ello, al leer los documentos disponibles en el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas frecuentemente resulta imposible para un lector informado comprender adecuadamente lo que está siendo descrito o los impactos que han ocurrido. Es cierto que MSC ha hecho públicos estos documentos, pero no tiene intención de explicar realmente los detalles a ninguna audiencia, ya sea al público en general o al gobierno.

Al parecer, **estos documentos solamente son accesibles al público en un lugar en toda Bolivia,** el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas en La Paz. Por consiguiente, el acceso a estos documentos obviamente es inadecuado para el público en general.

Cantidad de Agua. MSC extrae en la actualidad agua subterránea del acuífero más bajo por medio de bombas en por lo menos dos campos de pozos a una tasa promedio de entre **42.000 y 50.000 metros cúbicos por día.** Nuestro equipo fue informado (verbalmente) de volúmenes de bombeo diferentes por un alto directivo de MSC y los consultores de perforación que están construyendo y probando un nuevo pozo de exploración de agua (Agosto de 2009). Varios informes técnicos preparados por MSC y sus consultores reportan tasas de entre 40.000 y 42.000 metros cúbicos por día.



Pozo expulsando agua, Minera San Cristóbal.

Fotografía:
Pedro Rodríguez



MSC está extrayendo aproximadamente 14.600.000 metros cúbicos de agua anuales, a una tasa de extracción de 40.000 metros cúbicos diarios. Si uno asume una duración de vida de la mina de 20 años, esto ascendería a una extracción total de aproximadamente 292 millones de metros cúbicos de agua subterránea mayormente fósil (sin tomar en cuenta el reciclaje). La extracción total sería mucho mayor si la tasa de 50.000 metros cúbicos diarios es correcta.

A partir de todos los informes y las actuales actividades de exploración de aguas se entiende claramente que MSC cree que **necesita fuentes de agua adicionales** para sus operaciones. Basándose en los informes de perforadores y la información publicada, también parece probable que MSC desea reducir la disminución de los niveles de agua cerca de algunas de las comunidades locales. Por ello, está explorando en busca de fuentes adicionales de aguas subterráneas.

No se sabe con claridad exactamente cuántos pozos de producción están siendo usados actualmente. Varios informes de autoría de MSC y sus consultores plantean que se están empleando 10 pozos. El personal de MSC declaró que hay diez pozos disponibles para extracción de agua subterránea, pero que normalmente funcionan menos en cualquier mes dado debido a la corrosión y problemas mecánicos. El último informe de monitoreo de MSC presentado al Ministerio de Medio Ambiente y Agua (julio de 2009), Tabla 5 (Agua Campo de Pozos) reporta datos de 16 diferentes pozos.

Según numerosos estudios, la mayor parte del agua subterránea presente en gran parte de las cuencas del altiplano es agua "fósil". Este dato es consistente con mi experiencia en otras locaciones similares, como el Sultanato de Omán. Por lo tanto, la pregunta básica es: si se extrae agua a un ritmo de 40.000 a 50.000 metros cúbicos diarios por aproximadamente 20 años, **¿cuánto tiempo se requiere para que los acuíferos recuperen sus condiciones previas al bombeo?** En otras palabras, cuánto tiempo tendrá que transcurrir después de concluir el bombeo para que el nivel del agua en el acuífero superficial recupere su nivel de línea de base y para que el acuífero profundo se recargue lo suficiente para que recupere sus condiciones originales de agua presurizada confinada?

MSC no ha respondido estas preguntas en ninguno de los documentos revisados. Dado que existen tantas incertidumbres en relación con los detalles hidrogeológicos de esta área queda claro que nadie tiene realmente una respuesta cuantitativamente confiable. Puesto que estos acuíferos casi no reciben cantidades mensurables de recarga por año (Molina, 2007; Montgomery & Asociados, 2008) podemos estar seguros de que tomará un tiempo muy largo. Molina sugiere que un estimado optimista apunta a 60 años después del cese de los bombeos.



Ninguno de los informes de monitoreo de MSC revisados muestra el **decremento acumulativo en el nivel de aguas subterráneas** en áreas cercanas a la mina desde que se inició la extracción de agua. Normalmente esto se lograría mostrando los cambios en los niveles de agua en una serie de mapas. Desafortunadamente, parece que muchos pozos que existían antes del inicio de las operaciones de la mina – tanto pozos privados como de la compañía – ya no existen, por lo que no se pueden realizar comparaciones definidas con las condiciones previas a las operaciones. También parece que MSC tiene un número inadecuado de pozos / piezómetros para definir adecuadamente los cambios históricos en los niveles de agua tanto a nivel local como regional.

No es posible establecer con exactitud en cuánto han descendido realmente los niveles de agua local o regional desde que MSC comenzó a extraer aguas subterráneas debido a la limitada cantidad de pozos descrita anteriormente y porque no se han presentado mapas de largo plazo de disminución del nivel de agua.

En lugar de presentar mapas construidos usando mediciones reales del nivel de agua, MSC ha presentado mapas y datos que describen **predicciones** de niveles de agua basadas en simulaciones computarizadas. Dichas simulaciones computarizadas presentan a menudo errores grandes cuando se comparan las predicciones con las reducciones reales en el nivel de agua (Moran 2000). El EIA (Knight Piesold, 2000) establece que no se precisaría reciclar aguas de procesamiento y sin embargo MSC alega que recicla 18 por ciento de estas aguas. Debemos asumir que las bajas estimaciones originales se basaron en resultados de la simulación computarizada de balance de aguas original.

Los consultores de MSC han preparado por lo menos dos simulaciones computarizadas diferentes de la predicción de la reducción del nivel del agua subterránea: la primera fue preparada por Knight Piesold, (2000) y presentada en el EIA y la segunda fue preparada por Errol L. Montgomery & Asociados, Inc. (Mayo de 2008). De manera interesante, estas simulaciones producen predicciones diferentes de los niveles futuros de agua. Knight Piesold (2000) predijo que el nivel del agua rebajaría 17 metros en Culpina K y 15 metros en el Río Grande de Lipez. [Como se discute en Molina (2007) este modelo sobreestimó claramente la precipitación y recarga]. Las predicciones de Montgomery (2008) son bastante diferentes. A un ritmo de bombeo de 1.450 metros cúbicos por hora (34.800 metros cúbicos por día), bombeando agua por espacio de 17 años, la reducción del nivel de agua predicha es:

Pozos del sur: alrededor de 61 metros máximo (tope).
Pozos del norte: alrededor de 128 metros máximo.



[La simulación de Montgomery inició con una tasa de bombeo de 1.800 metros cúbicos por hora (43.200 metros cúbicos por día), pero esta tasa no era sostenible puesto que los pozos se secaron].

Montgomery realizó una segunda simulación computarizada usando una tasa de bombeo de 600 metros cúbicos por hora (14.500 metros cúbicos por día) por espacio de 17 años, la cual produjo las siguientes reducciones:

Pozos del norte: cerca de 18 metros máximo
Pozos del sur: cerca de 28 metros máximo.

Bombear 600 metros cúbicos por hora podría resultar sostenible, pero las operaciones de la mina requieren más agua.

Una vez más, ni MSC ni Montgomery presentan gráficamente la dimensión real de la reducción de niveles de agua a través de la región desde el año 2000.

MSC extrae agua para procesamiento del acuífero profundo, generalmente por debajo de 50 metros de profundidad. Sin embargo, este bombeo causará fugas de agua del acuífero superficial hacia el acuífero profundo a largo plazo (aproximadamente de 50 a 200 metros de profundidad). Este dato se confirma por declaraciones hechas por Knight Piesold en el EIA, por las conclusiones del equipo técnico de SERGEOTECMIN y por la experiencia con otras situaciones similares. Las fugas del acuífero superficial hacia el acuífero profundo resultarán en reducciones a largo plazo en el nivel freático de agua local y regional. A largo plazo, lo más probable es que esta fuga cause cambios en la calidad del agua de ambos acuíferos en las regiones de los campos de pozos.

La extracción de tales cantidades masivas de agua subterránea claramente causará **reducciones en el nivel freático de aguas** a nivel regional en un radio significativo pero indefinido alrededor de los campos de pozos. MSC no monitorea los pozos o piezómetros a una distancia suficientemente alejada de los campos de pozos existentes para definir razonablemente cuánto se extenderán las futuras reducciones de nivel de agua.

Aguas superficiales.

Debido a las ubicaciones de los campos de pozos existentes es probable, a largo plazo, que el bombeo de agua del acuífero profundo cause **fugas de aguas superficiales**



hacia el acuífero superior, reduciendo así el flujo hacia el **Río Jaukihua** y el **Río Grande de Lípez**. Dichas reducciones en el flujo de agua en la superficie reducirá en última instancia los flujos hacia el **Salar de Uyuni**. Los flujos superficiales hacia el salar son salinos, pero en la actualidad proporcionan un hábitat para pájaros, especialmente flamencos y otra fauna y flora.

Manantiales / Bofedales.

El uso de aguas subterráneas a largo plazo causará también que muchos manantiales y filtraciones se sequen. Algunos ciudadanos locales se han quejado de que esto ya está pasando en algunos lugares. Puesto que en los años recientes las precipitaciones han sido inusualmente bajas no se puede establecer con exactitud que la extracción de aguas subterráneas que MSC realiza sea la causa principal de dichas reducciones en el flujo de los manantiales. Sin embargo, resulta obvio a partir de la experiencia en numerosos sistemas similares de aguas subterráneas y superficie de agua en regiones desérticas que, en última instancia, los manantiales están interconectados con los acuíferos a pesar del argumento de que los manantiales afloran en alturas mayores que los acuíferos. Después de un bombeo de alto volumen y de largo plazo, los flujos de dichos manantiales generalmente se reducen o desaparecen.

Desafortunadamente, MSC y sus consultores no realizaron ninguna evaluación verdadera y detallada de las filtraciones y manantiales existentes en las áreas locales y regionales.

Detalle de cactus, típico del sudoeste de Potosí.

Fotografía:
Ron Vargas



Normalmente, evaluaciones de línea de base de este tipo, sobre filtraciones y manantiales, son realizadas rutinariamente en emplazamientos mineros prospectivos en países desarrollados y generalmente incluyen un mapeo de las ubicaciones exactas de estos manantiales y filtraciones, mediciones y estimaciones de los volúmenes de flujo (a menudo trimestralmente a lo largo de un año), mediciones de campo de temperatura, de conductividad y de pH y recolección de muestras de calidad de agua para su análisis en un laboratorio (también de manera trimestral a lo largo de un año), todo esto antes del inicio de las operaciones. Se deberían haber realizado evaluaciones de línea de base así de detalladas como parte de las actividades de el EIA, o por lo menos previamente al inicio del bombeo de aguas subterráneas. Probablemente los consultores de MSC, Knight-Piesold, condujeron cientos de estudios similares y sabían que estudios de este tipo de líneas de base para manantiales y filtraciones deberían haber sido realizadas.

Al igual que los manantiales, los bofedales (humedales) de alturas elevadas que proveen pasturas para las llamas y vicuñas, etc. probablemente serán también impactados y muchos se secarán.

Precipitación / Evaporación. Tanto los datos de precipitación como de evapotranspiración usados por MSC en su EIA (Knight Piesold, 2000) son inadecuados para ser usados en una evaluación razonable de los recursos de agua disponibles. MSC alegó repetidamente tener datos de 10 años de precipitación local, pero nunca los mostró a nuestro equipo.

El 10mo ITMA – (Fase de Construcción de Cierre de Mina, Agosto de 2007 (Mayo – Agosto de 2007) Apéndice 2: datos meteorológicos 1998 – 2007) aparentemente contiene dichos datos, pero nosotros no hemos revisado los detalles y cuán adecuados son.

Calidad del agua / Temas de residuos.

MSC ha argumentado que previamente al inicio del proyecto toda el agua subterránea superficial en el área tenía una calidad poco adecuada para el uso humano, de ganado o para riego. Los residentes locales sostienen que esto no es verdad y que ellos antes tomaban y usaban estas aguas. Lamentablemente, los datos de línea de base pre-operacionales recolectados por Knight Piesold son inadecuados para



demostrar claramente que la calidad del agua era relativamente alta antes de las operaciones en la mayor parte de las áreas.

Discusiones con miembros de municipalidades regionales y de SERGEOTECMIN indican que algo de **agua dulce está (y estaba) disponible dentro del acuífero superficial** antes del inicio de las operaciones de la mina. Esto se confirmó más adelante en discusiones con el equipo de altos directivos del Proyecto Boliviano del Lito. El agua para consumo humano procede en la actualidad de un pozo de aproximadamente 50 metros de profundidad en la comunidad de Río Grande, a unos 18 Km del emplazamiento del Proyecto del Lito y a menos de 30 Km del campo de pozos más cercano de MSC. Es probable que la extracción de aguas subterráneas de MSC también consumirá o impactará algo del agua dulce originalmente existente en los 50 metros superiores de los sedimentos locales.

De acuerdo con las conversaciones con personal de MSC y de SpectroLab, las muestras de calidad de agua eran (y son) recolectadas por personal de MSC y se supone que sean recibidas por SpectroLab en Oruro 24 horas después de su recolección. Las muestras son filtradas más tarde en el laboratorio y, cuando es necesario, se le añaden preservantes antes de su análisis. Aún si las muestras hubieran sido recibidas por SpectroLab dentro de las 24 horas establecidas – lo que resulta poco probable debido a las dificultades de transporte – es seguro que este procedimiento produzca resultados incorrectos, pues es probable que generen concentraciones bajas.

Estas son aguas químicamente complejas que comienzan a cambiar químicamente en cuestión de minutos después de haber sido recolectadas. Por este motivo, los procedimientos aprobados internacionalmente (véase por ejemplo: Estudio Geológico de los Estados Unidos, 2008) requieren que las muestras sean filtradas en el campo con preservantes añadidos subsecuentemente también en el campo. Si dichas muestras permanecen en estado puro por 24 horas o más antes de la filtración, gran parte de los compuestos de hierro, aluminio, manganeso, calcio, etc. comienzan a separarse de la solución y forman partículas de sedimentos químicos – precipitados que se asientan en el fondo o sobre las paredes de las botellas de muestras. Estos precipitados tienen cargas eléctricas sobre su superficie que atraen a muchos de los otros oligoelementos. Por tanto, en SpectroLab, estas partículas más los oligoelementos son filtrados fuera de las muestras – antes de la adición de preservantes (ácido) y del análisis subsecuente. Esto significaría que los componentes en estas partículas no serían analizados y que las concentraciones reportadas por el laboratorio serían más bajas que si la filtración y la acidificación hubieran ocurrido en el campo.



Resultados de laboratorio de este tipo claramente no son útiles para realizar comparaciones cuantitativas con cualquier estándar o criterio de calidad de agua, indistintamente de si los resultados provienen de SpectroLab en Oruro o de ACTLABS en Canadá.

MSC no ha logrado presentar un resumen organizado y estadísticamente válido de datos de **línea de base sobre la calidad del agua** que cubra todas las aguas superficiales y subterráneas relevantes. Datos de este tipo son recolectados rutinariamente durante un año antes de que los reguladores aprueben el avance de proyectos y se presentan también rutinariamente como parte del EIA. El EIA de MSC contiene secciones que han sido llamadas “línea de base” de calidad de agua (por ejemplo, EIA v. 4, apéndice 1, Tablas 7 y 8, EIA v. 3, apéndice G) pero estas secciones carecen de detalles numéricos / estadísticos necesarios para ser útiles como una línea de base real. Por ejemplo, no hay manera de saber el número real de análisis individuales que fueron empleados para calcular un promedio, mediana, mínimo, máximo, etc.

De igual manera, no hay manera de determinar si los datos en estas tablas son derivados de muestras filtradas o no filtradas (por ejemplo: ¿los datos representan concentraciones disueltas o totales?). En años posteriores aparentemente se recolectaron otros datos de “línea de base”, pero todos estos sets de datos nunca han

*Cruzando el
Río Grande,
suroeste
de Potosí.*

Fotografía:
Pedro Rodríguez





sido combinados y utilizados para crear tablas resumidas de línea de base de calidad del agua previa a las operaciones mineras para los siguientes ítems: manantiales, acuífero superficial, acuífero profundo y aguas superficiales.

Sin una línea de base detallada en esta manera no hay ninguna forma viable de demostrar que las actividades mineras hayan cambiado realmente la calidad del agua – tanto en el presente como en el futuro. De igual manera, no existe una base razonable sobre la cual argumentar que la calidad del agua existente se encuentre dentro de las condiciones de línea de base, como se alega frecuentemente en los informes de monitoreo de MSC.

Resulta mucho más apropiado comparar la calidad actual y futura del agua de MSC con los estándares internacionales de calidad de agua y con los lineamientos presentados en la Tabla 1.0 que con los estándares irrazonables y laxos del Banco Mundial, que es lo que se hace frecuentemente en los informes de MSC.

Calidad del agua subterránea: como se señaló en secciones anteriores, el bombeo de volúmenes altos del acuífero profundo a largo plazo probablemente cause filtraciones del acuífero superficial hacia el profundo. Este proceso combinado con las reducciones de nivel de agua en el acuífero superficial puede degradar la calidad del agua en ambos acuíferos (véase EIA, V.1, pg. 135). A medida que el nivel de agua se reduce en el acuífero superficial, los sedimentos de grano grueso se deshidratan y esta deshidratación provoca la producción de porcentajes mayores de soluciones químicas en los sedimentos más finos, los cuales normalmente contienen concentraciones más altas de químicos disueltos. La deshidratación también cambia las condiciones geoquímicas en los sedimentos alrededor del pozo, por lo que la química de las aguas que ingresan en el pozo cambia con el paso del tiempo.

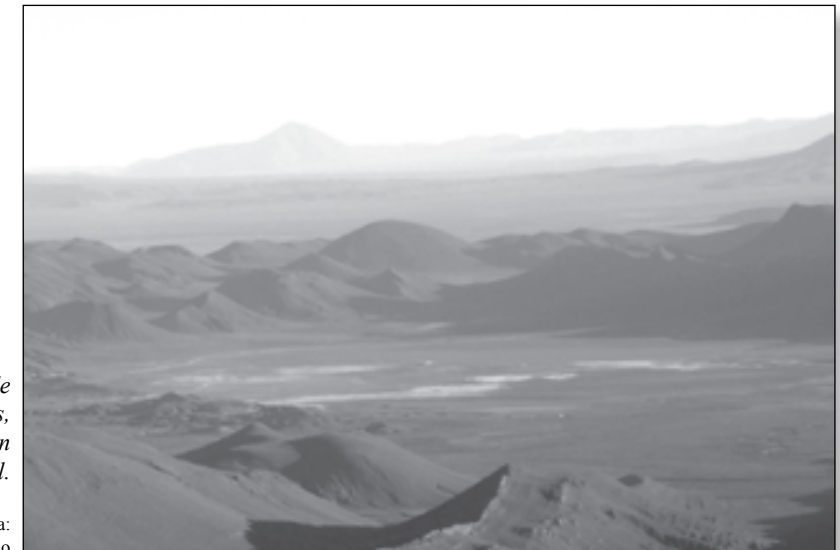
Calidad del agua superficial / Impactos sobre el agua subterránea: Minas similares a la mina San Cristóbal alrededor del mundo generan rutinariamente los siguientes impactos sobre las aguas superficiales cercanas: incremento en las cargas de sedimentos; derrames de reactivos de procesamiento, gasolina, diesel y otros combustibles y grasas; liberación de nitratos y amonio de residuos de compuestos explosivos hacia las aguas; liberación de ácidos (producidos naturalmente y compuestos de procesamiento), filtraciones contaminadas de las paredes del tajo, desechos rocosos, reservas de mineral, lagos del tajo y de desechos hacia las aguas superficiales y subterráneas; liberación de filtraciones alcalinas contaminadas de los



desechos frescos y otros químicos alcalinos de procesamiento. Es erróneo asumir que solamente las aguas ácidas causan concentraciones elevadas de elementos menores y de residuos. Cuando las aguas o los residuos tienen un pH mayor a 8.5 fácilmente movilizan muchos de los oxianiones presentes en minerales de metal tales como: arsénico, antimonio, molibdeno, selenio, uranio, vanadio, etc.

Pruebas geoquímicas del desecho rocoso y otros residuos de MSC indican que la filtración ácida se desarrollará probablemente cuando tenga disponible el agua adecuada. El EIA (p. 131-132, 158) reporta que la filtración ácida derivará probablemente de concentraciones crecientes de aluminio, arsénico, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel, antimonio y zinc.

Tratamiento de aguas. Existe cierta incertidumbre en relación a si el agua provista por MSC a las poblaciones circundantes para consumo humano (y una parte del agua procesada reciclada) está tratada o no lo está. Los informes de monitoreo (informe de monitoreo de MSC, julio de 2009, pg. 14, sección 7.1.6) señala que utilizan una **planta de tratamiento de ósmosis revertida** para este propósito. Sin embargo, cuando se le preguntó al respecto, Mario Velasco de MSC informó que no se ha construido una planta de tratamiento de este tipo.



Laguna de desechos, Minera San Cristóbal.

Fotografía:
Javier Gordillo



También es incierto si el agua subterránea utilizada como agua de planta de procesamiento debe estar por debajo de un límite de salinidad o de sólidos disueltos totales para ser adecuada para propósitos de procesamiento. Nuestro equipo recibió respuestas contradictorias en relación con este tema.

Laguna de desechos. A largo plazo, la laguna de desechos no delimitada probablemente producirá filtraciones y liberará un cierto volumen de contaminantes sobre las aguas subterráneas superficiales cercanas. Además, el EIA prevé que aproximadamente 25.000 metros cúbicos diarios de aguas con residuos rebalsarán de la laguna sin demarcar aún cuando MSC ha sostenido repetidamente que los sedimentos por debajo de los desechos son impermeables. Sin embargo, todos los sedimentos e incluso los diques y los recubrimientos sintéticos sufren algún grado de filtración con el paso del tiempo.

Los pozos de monitoreo ubicados pendiente abajo de las lagunas de desechos deberían ser monitoreados para verificar los montos reales de filtración y la calidad del agua. Si se detectan volúmenes excesivos de filtración, se pueden instalar sistemas para bombear las filtraciones de regreso.

Contrariamente a las prácticas establecidas en el mundo desarrollado, las leyes bolivianas vigentes no exigen que se construyan almacenes de residuos bajo ninguna forma específica de ingeniería de recubrimientos.

Comentarios finales.

- Bolivia tiene una larga historia de conflictos y disputas por temas de agua y entre los más notorios se incluyen: las demostraciones en Cochabamba el año 2000 en contra del intento de privatización de la administradora pública de provisión de agua a favor de la compañía estadounidense Bechtel; el intento de crear legislación que permita el transporte y la venta de aguas bolivianas a Chile; la toma de aguas de manantial que se originan en Bolivia desde el lado chileno de la frontera cerca del Silala, las cuales son luego transportadas decenas de kilómetros para ser utilizadas en emplazamientos mineros chilenos y, como consecuencia, los numerosos intentos de crear acuerdos internacionales.
- Las leyes bolivianas sobre minería y uso de aguas son extremadamente débiles, lo cual alienta a las compañías mineras a expropiar toda el agua disponible en las áreas de concesión. Adicionalmente, a las compañías



mineras no se les exige pagar ninguna forma de precio de mercado por el agua que usan, lo cual a su vez promueve la producción de desechos y la acumulación de agua escasa por parte de este sector en detrimento de los campesinos, los dueños de ganado, las municipalidades y otros usuarios potenciales de agua (véase Moran, 2002).

- En un medio ambiente tan duro, el agua es claramente el bien más valioso. Sin embargo, dado que el agua utilizada para operaciones mineras bolivianas no tiene un precio real, cualquier intento de realizar un estudio de costo-beneficio – tal como se hace en el análisis de impacto ambiental – es un ejercicio inútil (Moran, 2002). Bajo condiciones ambientales tan extremas resulta razonable regular el agua como un recurso “nacional”, con algún tipo de precio.
- El uso masivo de volúmenes de agua subterránea que en la actualidad emplean las operaciones de MSC no pueden ser consideradas seriamente como **desarrollo sostenible**. Por el contrario, se trata de una extracción con perspectiva de corto plazo la cual claramente conducirá al uso de estas mismas aguas con otros propósitos en las décadas futuras.

El sudoeste de Potosí contiene muchos otros recursos minerales que han sido y pueden ser desarrollados como operaciones estatales bolivianas y que podrían producir desarrollo sostenible real. Entre éstos se encuentran:

- Grandes depósitos de antimonio y otros depósitos polimetálicos que han sido desarrollados en el pasado;
- Depósitos masivos de litio, potasio, boro y otras sales con tremendo potencial en el Salar de Uyuni;
- En la actualidad se explota sal y sulfato de sodio en el Salar de Uyuni (Molina, 2007). Adicionalmente, el salar es la atracción turística más importante para la región pues atrae ingresos sostenibles significantes.

La mina también genera ingresos significantes para los gobiernos central y regional, pero gran parte de estos ingresos se reintegran a la compañía en el presente. Una pequeña parte de estos ingresos se destinan a la provisión de apoyo a largo plazo para las comunidades locales que están sufriendo el impacto de las operaciones.

- Gran parte del público en general desconfía de la información técnica y las opiniones recolectadas y pagadas por las compañías que van a obtener



ganancias de sus propias opiniones. Además, la información de la compañía proporcionada al gobierno boliviano mayormente no está integrada ni interpretada de manera que muestre patrones temporales.

Muchos expertos argumentan que la crisis financiera que continúa existiendo en gran parte del mundo fue causada en parte por la creciente auto-regulación, auto-evaluación e implementación débil de regulaciones dentro del sector financiero. La relación entre los operadores mineros y los reguladores bolivianos presentan patrones similares al descrito.

- **Seguridad financiera.** En la actualidad Bolivia no exige a las compañías mineras que proporcionen ningún tipo de seguridad financiera para proteger al Estado y a la sociedad de impactos ambientales imprevistos por el uso de largo plazo del (recurso) agua. En países desarrollados, la mayor parte de las compañías mineras de metales están obligadas a adquirir bonos financieros o seguros ambientales, los cuales se compran de una parte independiente de la compañía minera y son retenidos por la misma parte independiente. Aparentemente MSC acordó proporcionar provisiones alternativas de agua a algunas comunidades locales impactadas. Sin embargo, si esta compañía fuera a interrumpir sus operaciones de forma inesperada (por ejemplo en caso de bancarrota), las fuentes de fondos necesarios para proporcionar estas provisiones alternativas de agua (o cualquier otro gasto necesario) no



Jugando cerca del tanque, Planta Piloto de Litio.

Fotografía:
Ron Vargas



estarían disponibles. Lo mismo sucederá en el momento en que termine el periodo de vida anticipado de la mina, no habrá flujo de capital para financiar las actividades necesarias. Puesto que tomará como mínimo muchas décadas antes de que los acuíferos retornen a sus condiciones originales una vez que el bombeo haya concluido resulta razonable preguntarse: ¿quién pagará por el aprovisionamiento alternativo de fuentes agua?

La fase post-cierre de la mina es la más larga de entre todos los ciclos de vida de cualquier mina. Sin embargo, es también la fase para la cual se cuenta con la menor cantidad de información hidrogeológica. Estudios realizados en Estados Unidos (Kuipers, 2000) han encontrado que se han necesitados miles de millones de dólares (americanos) de fondos estatales y federales para pagar por aprovisionamiento de agua imprevisto y problemas de contaminación resultantes de los impactos de las minas cerradas.

Notas de agradecimiento. Deseo agradecer especialmente a los miembros de CGIAB y del CESU que me apoyaron e hicieron posible mis esfuerzos en Bolivia, especialmente a Ida Peñaranda, Chantal Leigeois, Dr. Carlos Crespo, Dr. Jorge Molina, Elizabeth Lopez, Paulino Colque de la Municipalidad de Colcha K, mi intérprete, Hugo Hernandez y Francisco Quisbert de FRUTCAS. Agradecimientos también para el personal de MSC que permitieron que mi visita a la mina se realice, aún cuando las condiciones fueron un poco tensas.

Referencias Bibliográficas.

Amaral, Helena Ferreira, May 2009, Short Summary of the Environmental Impact Studies of the San Cristóbal Mine – Southwest Bolivia, Part 1. General Information; prepared for Commission for the Management of Waters of Bolivia (CGIAB), Cochabamba, Bolivia, 8pgs.

Amaral, Helena I. F., July 2009, Revision of the Environmental Impact Studies of the San Cristóbal Mine, Southwest Bolivia; prepared for Commission for the Management of Waters of Bolivia (CGIAB), parts 1 (26 pgs) and 2 (12 pgs.), Cochabamba, Bolivia.

Apex Silver, San Cristóbal Mine Description (untitled document), date?; available at: <http://www.apexsilver.com/development.html>.

Chaffaut, I. 1998. Precipitations d'altitude, Eaux souterraines et changements climatiques de L'Altiplano Nord-chilien. These présenté pour obtenir le grade de Docteur en Sciences, Université Paris XI Orsay, Octubre 1998, Paris.



Clayton J. D., and C. M. Clapperton, 1995. The last glacial cycle and paleolake synchrony in the southern Bolivian Altiplano: Cerro Azanaques case study. *Bull. Inst. Fr. Études Andines*, 24, 563–571. Lima.

Dames and Moore. 1967. Phase II, Comprehensive Evaluation of the groundwater condition, Challapampita area, Oruro, Bolivia. Servicio Local de Acueductos y Alcantarillado, Oruro.

Errol L. Montgomery & Associates, Inc., May 2008, Resultados del Modelo Matematico de Flujo de Agua Subterranea en los Campos de Pozos Norte y Sur, Proyecto Minera San Cristóbal, Bolivia (translated from English), Tucson, Arizona, USA, 30 pgs and figures.

Kempton, H. and D. Atkins, 2000. Delayed environmental impacts from mining in semi-arid climates. In *Proceedings from the Fifth International Conference on Acid Rock Drainage*, pp. 1299-1308, Vol. 2, May 20-24, Denver, Colorado. Published by Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.

Kempton, Houston and Atkins, David, Direct Measurement of Sulfide Mineral Oxidation Rates and Acid Rock Drainage in Wall Rock of Open Pit Mines: Presented at the 8th ICARD meeting, June 23-26, 2009, Skellefteå, Sweden.

Knight Piésold Consulting, Sept. 2000, Proyecto San Cristóbal, Provincia de Nor Lipez, República de Bolivia, Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental. Prepared for Minera San Cristóbal, S.A. [Translated from English].

Kuipers, J.R. (2000). *Hardrock Reclamation Bonding Practices in the Western United States*: National Wildlife Federation. Boulder, Colorado, U.S.A., 416 pgs. [This document and a summary can be obtained at: http://www.mineralpolicy.org/publications/pdf/Bonding_Report_es.pdf]

Minera San Cristóbal, Trimestral environmental monitoring reports (TEMR) prepared by MSC and delivered to the Bolivian Ministry of Water and Environment, February 2006 – August 2008.

Molina, Jorge Carpio, Mar. 2007, Agua y Recurso Hídrico en el Sudoeste de Potosí; prepared for Foro Boliviano sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 73pgs.; <http://www.ibcperu.org/doc/isis/8649.pdf>

Moran, Robert E., 2000, Is This Number To Your Liking? Water Quality Predictions in Mining Impact Studies, p. 185-198, *in Prediction: Science, Decision Making and*



the Future of Nature. D. Sarewitz, R. Pielke, Jr., and R. Byerly, Jr., eds., Island Press, Washington, D.C., 405 pg.

http://www.unc.edu/~mwdoyle/riverretreat2009/Moran_2000.pdf

Moran, Robert E., 2002, The Quellaveco Mine: Free Water for Mining in Peru's Driest Desert? [Quellaveco: ¿agua libre de costo para la minería en el desierto más seco del Perú?] Report prepared for Asociacion Civil "Labor", Lima, with funds from Oxfam America / Friends of the Earth Int'l. / Global Green Grants.

[available at: <http://www.labor.org.pe/revision%20EIA%20Quellaveco.pdf> and

<http://www.foei.org/publications/pdfs/quellavecostudy.pdf>

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/quellaveco.pdf>

http://www.cdca.it/IMG/pdf/quellavecostudy_1_.pdf].

<http://www.cdca.it/spip.php?article325>

SERGEOMIN, 2001a. Estudio de las cuencas hidrográficas de la Cordillera Occidental y Altiplano, Resumen ejecutivo. La Paz, 15 p.

SERGEOMIN, 2001b. Estudio de la Geología, Hidrología, Hidrogeología y Medio Ambiente del área de los manantiales del Silala, provincia Sur Lipez, 72 p. La Paz.

Septoff, Alan, December 2006, Predicting Water Quality Problems at Hardrock Mines: A Failure of Science, Oversight and Good Practice. Earthworks, Washington, D.C. Available at: <http://www.mineaid.org/predictions/PredictionsComparisonsWhitePaperFINAL.pdf>, and <http://www.earthworksaction.org/pubs/PredictionsComparisonsWhitePaperFINAL.pdf>

U.S. Geological Survey, 2008, National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data: U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, Book 9, chaps. A1-A9; available at: <http://pubs.water.usgs.gov/twri9A> and <http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/>



ANEXO

Tabla 1.0. LINEAMIENTOS INTERNACIONALES DE CALIDAD DEL AGUA

Parámetro	Unidades	Tabla 1.0. LINEAMIENTOS INTERNACIONALES DE CALIDAD DEL AGUA										
		IFC Minerales Preciosos ¹	Lineamientos del Banco Mundial	EPA EEUU	EPA EEUU Vida Acuática ⁱⁱⁱ		Canadá Agrícola ^{iv}		Canadá ^v	Canadá ^{vi}	Bolivia ^{vii} ^{viii} (Constituyentes seleccionados)	
		Vertidos mineros	Minería de tajo abierto	Agua potable ^x	Agudo	Crónico	Riego	Ganadería	Agua potable	Vida acuática de agua dulce	Aguas de descarga	Recepción de aguas ^t
pH	Unidades	6.0-9.0	6.0-9.0	6.5-8.5	6.5	9			6.5-8.5	6.5-9.0	6.9	6.0-8.5
TDS	mg/l			500			500-3500	3000	500			1000
Total sólidos en suspensión	mg/l	50	50								60.0	
Turbiedad	NTU											<10.0
COD	mg/l	250	250									
Bioch Ox Dem	mg/l	50	50									
Aceites y grasas	mg/l	10								10		Ausente
Total sodio	mg/l	10	10									5
Total fósforo	mg/l	2	2									0.4 (Ortho)
Sodio	mg/l							200				200
Cloritos	mg/l			250				250				250
Total residuos cloro	mg/l				0.019	0.011	100-700					
Sulfatos	mg/l			250			1000					300
Sulfitos	mg/l	1	1			0.002					2.0	0.1
Nitratos	mg/l			10 (como N)			100	10(N)	13			20
Nitritos	mg/l							1				<1.0
Amonio (como N)	mg/l				0.002 a 0.325	0.032 a 0.049			0.019		4.0	0.05
Fluoritos	mg/l	20	20	4.0 (2.0)			1.0	1.0-2.0	1.5	0.12		0.6-1.7
Aluminio	mg/l			0.05-0.2	0.75	0.087	5.0	5.0	0.1	0.005-0.1		0.2
Antimonio	mg/l			0.006					0.006			1.0
Arsénico	mg/l	0.1	0.1	0.05(0.01)	0.34	0.15	0.10	0.025	0.005	0.005	1.0	0.05 (Total)
Boro	mg/l							5				1.0
Cadmio	mg/l	0.1	0.1	0.005	0.002	0.00025	0.0051	0.08	0.005	0.000017	0.3	0.005
Cromo, hexag.	mg/l	0.1	0.1		0.016	0.011	0.008	0.050		0.001	0.1	0.05 (Total)
Cromo (total)	mg/l			0.1					0.05		1.0 (+3)	
Cobre	mg/l	0.5	0.5	1.3(1.0)	0.013	0.009	0.2-1.0	0.5-5.0	1	0.002-0.004	1.0	0.05
Hierro (total)	mg/l	3.5	3.5	0.3		1	5		<0.3	0.3	1.0	0.3 (Sol.)
Plomo	mg/l	0.1	0.1	0.015	0.065 0.025	0.0025	0.20	0.10	0.01	0.001-0.007	0.6	0.05
Manganeso	mg/l			0.05				0.2	<0.05			0.5
Mercurio	mg/l	0.01	0.01	0.002	0.0014	0.00077		0.003	0.001	0.000026	0.002	0.001
Molibdeno	µg/l						10-50	500			73	
Níquel	mg/l	0.5	0.5		0.47	0.052	0.2	1.0		0.025-0.15		0.05



Tabla 1.0. LINEAMIENTOS INTERNACIONALES DE CALIDAD DEL AGUA

Parámetro	Unidades	Tabla 1.0. LINEAMIENTOS INTERNACIONALES DE CALIDAD DEL AGUA											
		IFC Minerales Preciosos ¹	Lineamientos del Banco Mundial ⁱⁱ	EPA EEUU	EPA EEUU Vida Acuática ⁱⁱⁱ		Canadá Agrícola ^{iv}		Canadá ^v	Canadá ^{vi}	Bolivia ^{vii} ^{viii} (Constituyentes seleccionados)		
		Vertidos mineros	Minería de tajo abierto	Agua potable ^x	Agudo	Crónico	Riego	Ganadería	Agua potable	Vida acuática de agua dulce	Aguas de descarga	Recepción de aguas ^t	
Selenio	mg/l	0.1	0.1	0.05		0.005	0.02-0.5	0.05	0.01	0.001		0.01	
Plata	mg/l	0.5	0.5	0.1	0.0032	0.0019					0.0001		
Talio	mg/l			0.002							0.0008		
Uranio	µg/l			30			0.01	0.2	20			0.02 (Total)	
Zinc	mg/l	2	2	5	0.12	0.12	1.0-5.0	50.0	5	0.03		0.2 (Pest.)	
Alfa, Bruto	picoCi/L			15								0.1 (Bq/L)	
Radio	picoCi/L			5									
Cianuro (total)	mg/l	2(0.20)	1		0.022	0.0052			0.2	0.0005		0.02 (form?)	
Cianuro (libre)	mg/l		0.1	0.2								0.2	
Cianuro WAD	mg/l	0.5 (0.05)	0.5									0.02 (form?)	
Total residuo cloro	mg/l	0.2	0.2										
Fenoles	mg/l	0.5	0.5								0.004	1.0	
Fecal	MPN/ 100ml	400	400								<5	100	
Coliformes											<5	1000	
Total Coliformes													
Temperatura (incremento)		<3°C	<3 C									±5.0°C	±3.0°C (receptor)
Salinidad (cambio)		<20%	<20%										

¹ IFC Lineamientos de Salud Ambiental y Seguridad para Minería de Metales Preciosos (Borrador) Julio de 2004

ⁱⁱ Banco Mundial. Procesos Ambientales Generales. Descargas de aguas residuales a aguas superficiales: guía de prevención de contaminación y disminución, julio de 1998: [http://wbln0018.worldbank.org/essd/PMExt.nsf/d798dd11401b4e068525668000766b9d/cb6c29e967664f658525666e00705a4e?OpenDocument]

ⁱⁱⁱ EEUU EPA (Agencia de Protección Ambiental) Criterios de Calidad de Agua para la Vida Acuática – aguda (ac) y crónica (chr): http://www.epa.gov/OST/standards/index.html#criteria Debido al espacio reducido, A=agudo, and C=crónico.

^{iv} Lineamientos canadienses para la protección de usos agrícolas del agua (1999) — riego y ganadería: http://www2.ec.gc.ca/ceqg-rceq/agrbrl_e.doc Debido al espacio reducido, I=riego, y L= ganadería.

^v Lineamientos canadienses para la calidad ambiental, Dic. 2004, Tabla de resumen: http://www.ccm.ca/assets/pdf/e1_062.pdf

^{vi} Concejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente, 2003, Lineamientos canadienses para la calidad del agua para la protección de la vida acuática. MERCURIO: mercurio inorgánico y metilmercurio. http://www.ccm.ca/assets/pdf/ceqg_hg_wqg_ftsht_aug2003_e.pdf

^{vii} Bolivia Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, 1995, REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA, REGLAMENTO DE LA LEY DEL MEDIO AMBIENTE N° 1333, DECRETO SUPREMO N° 24176; solamente se incluyen aquí los constituyentes seleccionados.

^{viii} A menudo poco claro si son disueltos o totales. Para sustancias contaminantes, basado en las características del receptor natural, en su capacidad de auto-limpiarse, en las características de otras sustancias empleadas y descargadas en el mismo receptor natural, en las necesidades de los usuarios de agua y en la necesidad de protección ambiental.

^t Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) Estándares de Agua Potable: http://www.epa.gov/safewater/mcl.html#inorganic Estándar de arsénico en () hecho efectivo en Enero de 2006; EEUU EPA, 2002, Criterios de calidad de agua recomendados a nivel nacional: 2002. EPA-822-R-02-047

http://www.epa.gov/waterscience/pc/revcom.pdf

^x Valores máximos admisibles.



RÍO GRANDE.
Fotografía: Hugo Hernández



EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN EN EL PROYECTO SAN CRISTÓBAL

Jorge Molina

El análisis de cómo se maneja la información relativa a los grandes proyectos de aprovechamiento de recursos naturales puede ser revelador en muchos aspectos. Este es el caso del proyecto San Cristóbal, un gran emprendimiento minero a cielo abierto, que inició sus actividades en 2007 en la región altiplánica del sudoeste de Potosí. Durante los 12 años de vida útil del Proyecto, la empresa Minera San Cristóbal (MSC) producirá y exportará grandes volúmenes de minerales de plata, zinc y plomo. Ese periodo de explotación podría variar según las futuras variaciones del precio de los metales y el posible descubrimiento de nuevos yacimientos.

Una situación muy frecuente es que al menos durante la fase de licenciamiento, el acceso a la información sobre los grandes proyectos mineros se restrinja a los técnicos de algunos ministerios. En el caso de San Cristóbal, el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental elaborado por la consultora Knight Piésold para MSC y presentado el año 2000, no estuvo disponible para el público hasta un tiempo después que el Gobierno boliviano otorgó las respectivas licencias. Bajo esas condiciones, el análisis y revisión de esos estudios dependen exclusivamente de la capacidad e independencia de esos técnicos. Es frecuente que muchos temas clave sean pasados por alto o que se acepte el contenido de los estudios sin un análisis de la profundidad y calidad adecuadas. Un ejemplo tomado del proyecto San Cristóbal puede ilustrar este punto. El EIA sobrestimó la precipitación en la zona y la recarga de los acuíferos que iban a ser utilizados como fuentes de agua para el proyecto. Como consecuencia, es muy probable que los descensos del nivel de agua en los acuíferos sean más grandes y ocurran en tiempos más cortos que los pronosticados por el Estudio de Impacto Ambiental. Al mismo tiempo, la recuperación del acuífero después de cesar las operaciones mineras, llevará mucho más tiempo. En general, los datos históricos de clima, flujo y calidad de aguas presentados por MSC y sus consultores no son suficientes para establecer una línea base adecuada y los informes contienen serios errores de interpretación.

Los problemas de acceso a los datos para control y seguimiento pueden hacerse aún más evidentes en las siguientes fases del proyecto. Los organismos del Gobierno boliviano responsables de esas tareas no cuentan con el personal ni los recursos

VICUÑAS.

Fotografía: Ron Vargas





económicos para llevar a cabo una revisión técnica adecuada de los informes presentados por las empresas durante la fase de operación y menos aún para obtener sus propios datos de campo e interpretarlos. Las grandes empresas controlan todo el flujo de información relativa al proyecto. Ellas recolectan sus propias muestras y datos de producción y monitoreo y de acuerdo a sus intereses, pueden seleccionar la información que proporcionan al Gobierno boliviano.

Así no es extraño que los datos contenidos en esos informes puedan ser confusos o incompletos. Moran (2009) resalta que los informes trimestrales presentados por MSC no contienen síntesis de la información recolectada hasta ese momento ni la interpretación de esos datos a lo largo del tiempo y el espacio. Por tanto, resulta difícil evaluar con base en esos informes la magnitud y tendencia de los cambios e impactos que se hayan producido como consecuencia de las actividades del Proyecto. Incluso para un analista independiente, no sería posible determinar la profundidad y la extensión lateral del área afectada por el descenso de la napa freática, dada la inadecuada red de pozos de monitoreo y piezómetros. No se observa que los técnicos del Ministerio de Agua y Medio Ambiente hayan exigido a MSC ese tipo de evaluación ni que hayan intentado realizarla por sí mismos.

Tampoco se promueve la discusión abierta sobre aspectos técnicos y ambientales, o se recurre para ello a instituciones académicas y científicas. Ante las deficiencias del control gubernamental a las actividades mineras y la necesidad de que la sociedad civil cuente con información clara y confiable para tomar decisiones, Moran (2009) sugiere que la tarea de revisar y analizar los informes, así como la de recolectar datos propios, sea realizada por un grupo de técnicos y científicos, independiente técnica y financieramente de la empresa MSC.

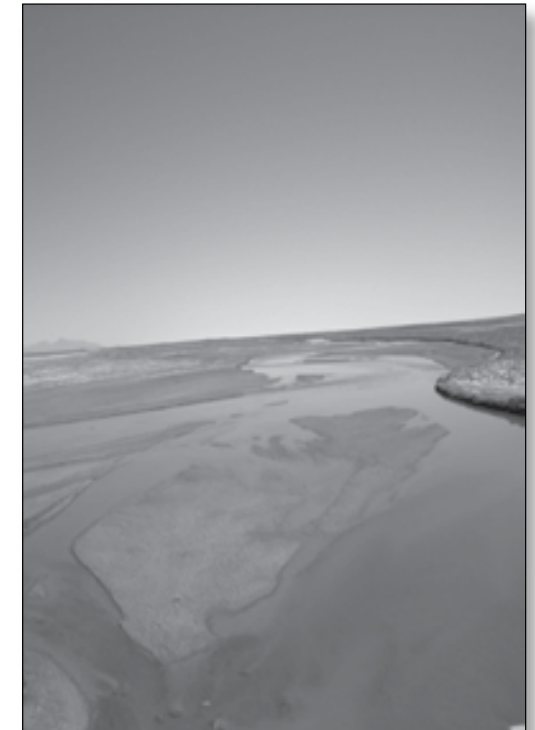
El marco legal aún vigente tampoco contribuye a que la sociedad esté bien informada sobre los impactos de los grandes proyectos. El Código Minero y la legislación actual no obligan a las empresas mineras a entregar información (climática, hidrológica, de calidad de aguas, etc) a los organismos públicos competentes, ni a transferir al Estado las redes de medición y monitoreo instaladas por esas empresas al terminar la vida útil de los proyectos.

En el caso del uso del agua para actividades mineras, existen otros vacíos legales. El Reglamento Ambiental para Actividades Mineras no contiene disposiciones referidas a los impactos producidos por la extracción y consumo de agua, ni las medidas de



control y mitigación a adoptar. El título IV de Manejo de Aguas de ese reglamento solamente se refiere a los riesgos de contaminación hídrica debido a esas actividades. En contraste, el Reglamento Ambiental para el sector Hidrocarburos, en su artículo 116, establece que para la extracción de agua, la empresa responsable debe "limitar la extracción de agua a una cantidad que no sobrepase el 10% del volumen de cuerpos de agua estáticos tales como lagos o lagunas, ni el 10% del flujo de cuerpos de agua dinámicos tales como ríos o arroyos". Para el caso de acuíferos, esta disposición se traduce en que la extracción de agua está limitada a un 10% de la recarga. En el caso de San Cristóbal y aún utilizando los datos de la Empresa, la extracción es al menos 5 veces la recarga.

Según Moran, todo este panorama parece mostrar que "la industria minera, sea privada o pública, tiene una relación estratégica y muy favorecida con el Gobierno boliviano. Como consecuencia, inevitablemente surgirán conflictos de interés cuando el Ministerio de Agua y Medio Ambiente intente regular los aspectos relacionados a agua y medio ambiente en los grandes proyectos mineros como el de MSC". Los conflictos pueden extenderse mucho más allá, como lo demuestran los hechos recientes de Corocoro. Se requiere de una profunda reflexión sobre el rol del Gobierno y la relación con esos grandes proyectos, así como sobre el futuro marco legal que surgirá de la nueva Constitución, en lo que se refiere a las leyes que normarán las condiciones de explotación de nuestros recursos naturales y sus impactos socio-ambientales.



*Río Grande,
suroeste de Potosí.*

Fotografía:
Ida Peñaranda



OJOS QUE NO QUIEREN VER: LOS IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES DE LA MINERA SAN CRISTÓBAL

Elizabeth López (Colectivo CASA)

En junio del 2007, la Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Sud Oeste Potosí (FRUTCAS) sostienen una reunión con la Comisión para la Gestión Integral del Agua (CGIAB) para exponer sus principales preocupaciones sobre los impactos ambientales de la Minera San Cristóbal¹, especialmente lo relacionado al excesivo consumo del agua declarado por la misma empresa en su Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

El acercamiento de los compañeros de la FRUTCAS al CGIAB, tiene que ver con todo el proceso de incursión de la empresa al territorio de la FRUTCAS, pero además con varios acontecimientos ocurridos durante la instalación de la minera San Cristóbal y su inicio de producción propiamente dicho:

Primero: en todo el periodo de ingreso de la minera y aún después en las diferentes etapas de instalación y proceso de producción, no ha existido un proceso de consulta, la relación entre la empresa y las comunidades se ha caracterizado por la negociación directa entre privados con ausencia del Estado.

Segundo: como resultado del proceso anterior, existe una permanente demanda de información independiente con relación a los impactos de esta actividad sobre los recursos hídricos subterráneos de la región.

Tercero: los varios accidentes ambientales ocurridos en dos años:

12 de julio de 2007: un derrame de pulpa en los procesos de prueba, el informe emitió el 4 de octubre 2007, explica que debido a un problema eléctrico en las bombas de impulsión de colas al depósito de Huylla Khara se ha producido el retorno de las mismas inundando el área de bombeo.

13 de febrero de 2008: un nuevo derrame de colas metalúrgicas, por fallas

¹ Recordemos que la Minera San Cristóbal de la transnacional Sumitomo consume más de 42 mil m² de agua por día, de acuíferos subterráneos del sud oeste Potosí.



mecánicas en las válvulas debido al espesamiento de pulpas. La pulpa está formada por zinc, plomo, plata, agua de procesos y reactivos químicos. El derrame fue contenido a 2.3km del lugar de la fuga, llegando a impactarse el cauce del río no permanente de Jaukiwa. Se recuperaron más o menos 10.000 toneladas de material del cual el 50% sería colas metalúrgicas

21 de enero de 2008: nuevo derrame de colas que alcanzó las cercanías del lecho del río Jaukiwa que en esa época del año tiene agua, se aclara sin embargo que el derrame no afectó estas aguas. El derrame alcanzó los 200 metros de largo y un ancho promedio de 13 metros con un área de impacto de aproximadamente 2.600 metros². Se logró recoger aproximadamente 400 toneladas de una mezcla de colas secas y tierras (50% colas).

13 de octubre de 2008: accidente en el ducto del sistema de recuperación que conduce agua de retorno a la planta. El derrame alcanzó a aproximadamente 800m, la inspección realizada por la Autoridad Ambiental Competente verificó que el derrame llegó al lecho del río Jaukiwa

Cuarto: toda esta incertidumbre y falta de acompañamiento real de los representantes del gobierno que significa para la población abandono de parte del Estado hacia las demandas y preocupaciones justas de la población. Frente esta carencia de información, asesoramiento y apoyo surge la necesidad de contar con asesoramiento transparente e independiente.

Este es el contexto y antecedentes, bajo los cuales las comunidades organizadas en la FRUTCAS, a lo que se suma el Municipio de Colcha K consolida la visita del Hidrogeólogo norteamericano Robert Moran.

El Ing. Moran ha dedicado buena parte de su vida a evaluaciones ambientales sobre empresas mineras transnacionales cuestionadas o cuestionables por su manejo ambiental, entre ellas ha realizado estudios sobre la empresa Norteamérica Newmont en sus operaciones mineras en Cajamarca – Perú e Indonesia, ambas operaciones sumamente cuestionadas por la sociedad civil y con una serie de impactos socio ambientales, especialmente impactos sobre los recursos hídricos².

² Recordemos que la empresa minera Inti Raymi en la ciudad de Oruro pertenecía también a la Newmont y que recién tras más de 5 años de lucha de las comunidades se ha instruido la auditoría ambiental a estas operaciones.



La visita realizada por el Ing. Moran en compañía de los representantes de la FRUTCAS, el Municipio de Colcha K y el CGIAB, más allá de reafirmar las preocupaciones de los comunarios que viven en la región, quienes sufren y sufrirán los impactos directos de esta operación minera³, dejan en descubierto de manera explícita y lacerante la inseguridad jurídica bajo la que viven las comunidades y pueblos indígenas en cuyos territorios existen recursos naturales no renovables.

Lo que evidencia una constante violencia social institucionalizada bajo el discurso del desarrollo macroeconómico. Los operadores de gobierno deben tomar en cuenta que la construcción de un Estado Plurinacional depende también de la construcción de una nueva política minera que lleve a respetar las conquistas de los pueblos indígenas y originarios como el derecho a la consulta y fundamentalmente el derecho a vivir en armonía con su entorno.

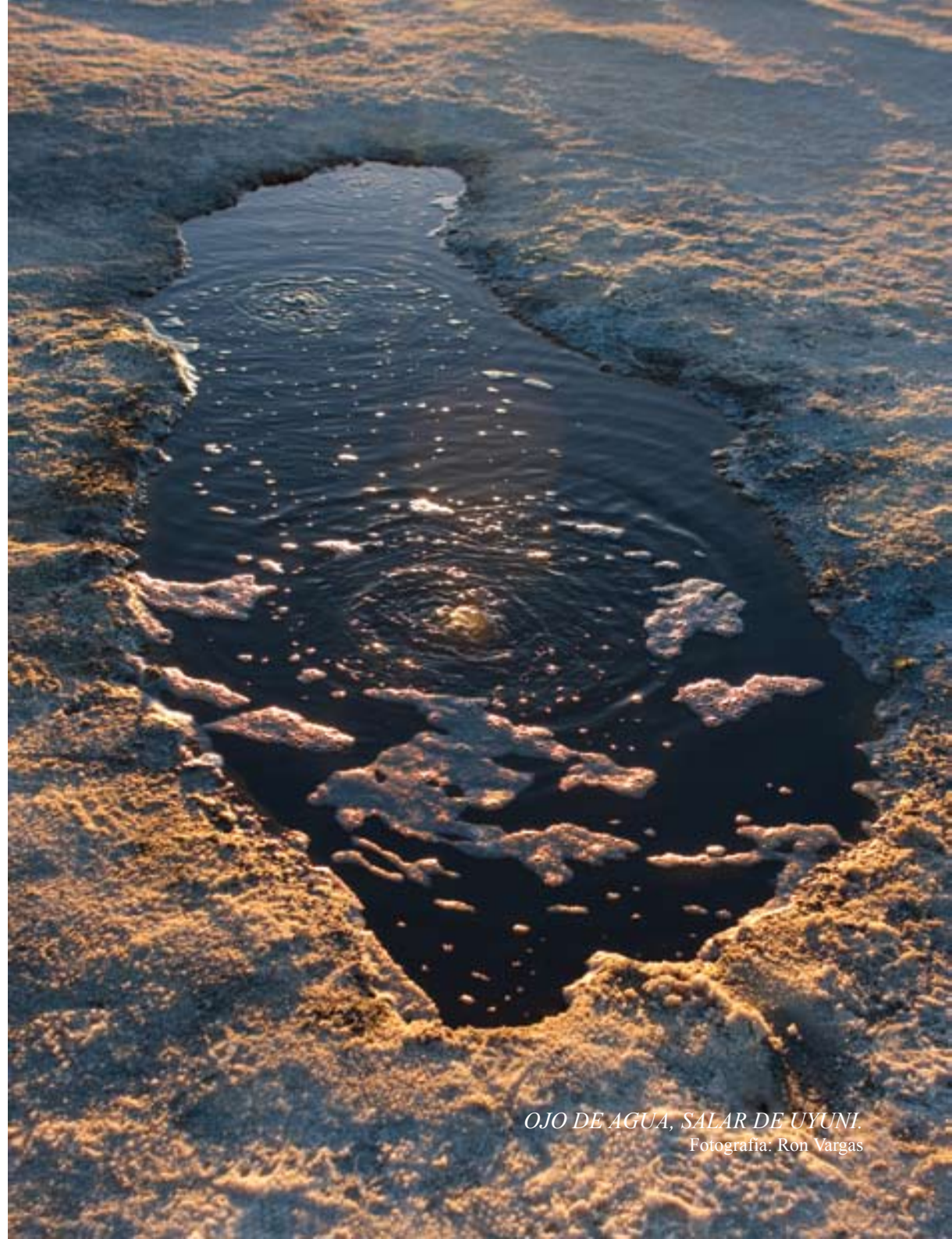
Para finalizar citamos un párrafo del informe del MDRA y MA – DGMA:


- Se ha verificado que se ha disminuido de 4 a 13 metros el nivel freático de las aguas subterráneas, de febrero de 2007 a julio de 2008, en los puntos de monitoreo establecidos en Jaukiwa “lo cual es alarmante al ver que no se han repuesto los niveles con la época de lluvia pasada” (Informe del 10 de octubre del 2008)

Cerrar los ojos ante estas evidencias y no escuchar las preocupaciones de las comunidades del Sud Oeste de Potosí, significa reproducir modelos de injusticia e inequidad, que afectan a los de siempre, las comunidades indígenas y campesinas.

³ Recordemos que se estima un consumo de entre 42.000 y 50.000 metros cúbicos de agua al día.

⁴ Reporte de Monitoreo a la empresa Minera San Cristóbal, del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (Subrayado nuestro).





EXTRACCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE MINERA SAN CRISTÓBAL CONTRADICE AVANCES DEL MOVIMIENTO DEL AGUA EN EL SUD OESTE POTOSINO

Emilio Madrid L.
COLECTIVO CASA

El Sud Oeste Potosí de Bolivia, conformado por las provincias Sud Lípez, Nor Lípez, Enrique Valdivieso, Antonio Quijarro y Daniel Campos, se caracteriza por ser una zona donde el agua escasea; por ello los acuíferos subterráneos o “aguas fósiles” que dispone la región, constituyen un recurso estratégico para el desarrollo de cualquier actividad económica y en especial como principal potencial para un desarrollo sostenible de la región, además de ser un factor clave para el equilibrio y funcionamiento del ecosistema local.

Su importancia, también ha significado para estos acuíferos, ser amenazados constantemente con una extracción intensiva y no sostenible, particularmente por las necesidades de la gran industria minera, cuyas operaciones requieren enormes volúmenes de agua.

Así, durante los primeros años del milenio (2001 adelante) hubieron intentos de concesionar a privados la extracción de estas aguas para su comercialización y exportación hacia Chile, respondiendo a la demanda de las mineras de ese país que, debido al agotamiento de las aguas subterráneas en sus zonas por la extracción intensiva de pozos profundos, enfrentaban una aguda escasez para el aprovisionamiento de sus instalaciones. (CENDA – FRUTCAS 2007)

La férrea defensa de las comunidades organizadas en la Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Altiplano Sud (FRUTCAS), impidió que se concretara ese extremo, logrando en mayo del 2004 aprobar la Ley N° 2704, que debiera impedir la extracción de esas aguas subterráneas con otros fines que no sean el desarrollo integral del sudoeste Potosí, declarado de prioridad nacional.



MINERA SAN CRISTÓBAL.

Fotografía: Ida Peñaranda



Actualmente, la extracción de grandes volúmenes de agua subterránea en la región está siendo realizada por la minera San Cristóbal, conocida por ser la más grande operación a cielo abierto en Bolivia. Para ello dispone de autorizaciones otorgadas por las instancias ambientales de los anteriores y el actual gobierno.

La sostenibilidad en el uso y extracción de las aguas subterráneas, es el principio que las comunidades lograron establecer en el contenido de la Ley N° 2704 que desde entonces debiera constituir en política de Estado al momento de autorizar, regular y fiscalizar el uso de las aguas subterráneas en esa región.

Sin embargo, ese principio parece estar ausente, no solo en la autorización que se le ha otorgado como parte de su Licencia Ambiental, sino también en la falta de mecanismos desde el Estado para verificar y fiscalizar si los volúmenes actuales de extracción de agua no ponen en riesgo la preservación de los acuíferos subterráneos.

Al respecto, Morán (2009) considera que los volúmenes actuales de extracción que fluctúan aproximadamente entre 42,000 y 50,000 metros cúbicos por día (muy por encima de los niveles de recarga) proyectado para aproximadamente 20 años con posibilidades de incrementarse, no pueden considerarse desde ningún punto de vista como un uso sostenible de estos acuíferos por cuanto a la larga conducirá a un incremento de las disputas por la disposición y acceso de agua entre los distintos usuarios de la región.

El carácter no sostenible de la extracción de aguas subterráneas por la Minera San Cristóbal, es un tema que durante los últimos años las comunidades del Sud Oeste Potosí vienen exigiendo esclarecer al Estado, no solo con base a sus percepciones sobre la desaparición inicial de vertientes y “ojos de agua”, sino también aportando información técnica recabada en instancias gubernamentales como el SERGEOTECMIN o estudios independientes, que sin embargo parecen no lograr generar la suficiente preocupación del Estado en procura de realizar esfuerzos serios por realizar evaluaciones técnicas independientes de la empresa minera. (CENDA – FRUTCAS 2007)



Parece que en el tema minero, la voz de las comunidades aún no logra ser escuchada, a pesar de que se trata de defender principios que se plasmaron como parte del movimiento de defensa del agua, que constituyó uno de los pilares del proceso que conflujo en la asunción del gobierno de “cambio”.

Con frecuencia, la empresa objeta al respecto, que dispone de la conformidad de las comunidades tanto para sus operaciones como para la extracción de aguas subterráneas. Sin embargo se debe recordar que en realidad la conformidad lograda se refiere tan solo a procesos de negociación sobre compensaciones por la reubicación de su pueblo, la ocupación de tierras y temas laborales; que además distan mucho de enmarcarse en los principios del derecho de Consulta Previa e Informada (Convenio N° 169 OIT) y menos tienen que ver con el tema específico del agua subterránea.

Corresponde al Estado subsanar en adelante el respeto a los derechos de las comunidades, tanto de acceso y disposición a la información así como a la realización de evaluaciones técnicas independientes. Para ello los elementos aportados por el informe de Moran constituyen una base importante para avanzar en esa dirección.



*Mirador
Minera San
Cristóbal.*

Fotografía:
Hugo Hernández



LOS RIESGOS DEL “GRAN SALTO INDUSTRIAL” BOLIVIANO. APROXIMACIONES DESDE EL CASO DE LA MINA SAN CRISTÓBAL

Carlos Crespo Flores
CESU – UMSS

1. El informe Moran

Una colega preguntó a Robert Moran, hidrogeólogo y experto en impactos de la minería en los recursos hídricos, que llegó al país el 2009 para estudiar el caso la mina San Cristóbal, invitado por las organizaciones campesinas, municipio local y el CGIAB, qué era lo diferente que había encontrado en la mina San Cristóbal en relación a otros casos de industria minera, conocidas por él ; Moran enfatizó la gran impresión que le dejó lo seco de la región, lo cual hacía más grave el impacto de la mina en el ecosistema de la región, por la cantidad de agua que se estaba extrayendo (más de 40.000 m³/día).

El estudio de Robert Moran (2009) ha confirmado sospechas expresadas previamente por las organizaciones sociales y académicos bolivianos respecto a esta explotación a cielo abierto (Quisbert, 2009; Molina, 2007; López, 2009). San Cristóbal actualmente extrae entre 42,000 a 50,000 m³/día, que continuarán por los próximos casi 20 años, y aún con tendencia a incrementarse; los acuíferos subterráneos están conectados con las fuentes superficiales y no son recargados por la escasa lluvia, por tanto durante muchas décadas luego de la explotación de la mina, no será posible otros usos, actuales y/o potenciales; más aún, de acuerdo al informe Moran, muchos manantiales y humedales locales y regionales, así como los flujos de aguas superficiales locales serán reducidos o se secarán producto del bombeo durante estos años, por parte de la empresa, reduciendo por tanto los ingresos de agua al salar de Uyuni. Asimismo, la calidad de la información ambiental producida por la empresa, tanto de la evaluación de impacto ambiental como la colectada posteriormente, ha sido cuestionada por el informe Moran; se ha evidenciado que la empresa no ha implementado un adecuado sistema de monitoreo, tanto de la declinación de los pozos explotados, como de los impactos producidos por el dique de colas, en realidad una laguna convertida para tal propósito sin ningún tipo de impermeabilización. Por otro lado, los químicos



y sedimentos contaminados depositados en el fondo de la laguna de Wila Q'ara provocarán contaminación de largo plazo, dado que el fondo no es absolutamente impermeable.

2. San Cristóbal en el contexto del “proceso de cambio”

En junio del presente año, el presidente Evo Morales visitó la mina San Cristóbal, de la cual la empresa Japonesa Sumitomo es dueña del 65% de las acciones desde noviembre del 2008; allá, no solo reiteró que el Estado respeta a aquellas empresas bolivianas y extranjeras, que cumplan con las normas nacionales, dio a la firma nipona “todas las garantías correspondientes del Gobierno, del Estado, en temas de seguridad jurídica”, sino que “se mostró sorprendido por el trabajo que realiza la empresa en la mina de plata” (Agencia EFE, 26 junio, 2009)¹. De hecho, el actual gobierno ha legitimado la licencia ambiental para las operaciones de la mina, a pesar de las dudas planteadas previamente por la Federación Regional Única de los Trabajadores Campesinos del Altiplano Sud (FRUTCAS) (Quisbert, 2009) e investigadores (Molina, 2007; López, 2009).

Ese día Evo Morales estaba ratificando una tendencia histórica de la política pública boliviana en el sector recursos naturales: promover, legitimar, la inversión corporativa privada en las industrias extractivas del país, en este caso minera, con el argumento de la necesidad de contar con financiamiento fresco para modernizar el país. Semanas después, en una concentración en Santa Rosa del Sara (Santa Cruz), denunció al FOBOMADE, como una de las ONG's que usan algunos dirigentes sindicales para oponerse y no facilitan las licencias ambientales para que haya más pozos y más petróleo”, a propósito de la oposición de las organizaciones indígenas, con el apoyo de activistas, ONG's y académicos, a actividades de exploración hidrocarbúfera en zonas de territorios indígenas y áreas protegida en la región del Madidi, esta vez desde una alianza corporativo estatal (YPFB y Venezolanos) (ABI, 10 de julio 2009).

El programa de gobierno del MAS para la próxima gestión gubernamental reproduce la historia larga del extractivismo y el cortoplacismo en la explotación de los recursos

¹ Como señalaba un defensor de este tipo de inversiones: “En el encuentro del Presidente boliviano Evo Morales con el Presidente de la Minera San Cristóbal, cuando la vista de ambos a esa empresa, indican los presentes, que en todo momento existía mucha felicidad de parte del primero ante lo impresionante de lo que veía” (Iturralde, 2009:1).



naturales; bajo el denominativo de el “*Gran Salto Industrial*”, se busca “industrializar nuestros recursos naturales, (esto) significa crear una matriz económica que genera valor agregado, empleo y mayores recursos económicos para atender las demandas de los sectores menos favorecidos por los viejos modelos que convirtieron a nuestro país en uno de los más pobres del continente”. (MAS-ISP, 2009:74).

Más allá de las reminiscencias teleológicas de la estrategia gubernamental, ésta reproduce y profundiza una tendencia ya presente en este primer mandato que concluye, y que ha generado más de un conflicto con las mismas comunidades locales, poblaciones, territorios indígenas, a los que se esperaba el actual gobierno apoye y proteja; desde la decisión de la explotación hidrocarburífera intensiva, incluyendo en áreas protegidas y territorios indígenas, pasando por la estrategia de construcción de grandes obras hidroenergéticas, como Cachuela Esperanza o El Bala, orientada a la exportación de energía eléctrica, hasta la construcción de carreteras de integración regional, dentro la estrategia del IIRSA, como la Villa Tunari-San Ignacio de Moxos, que parte por la mitad el parque nacional y territorio indígena Isiboro Secure.

El argumento para profundizar este nuevo golpe de tuerca a la explotación intensiva de los RRNN, es contar con recursos frescos para financiar la política de subsidios; el presidente Morales decía en la concentración del Sara, criticando la postura de la oposición a la explotación petrolera en áreas protegidas y territorios indígenas: “Están diciendo, en otras palabras, que el pueblo boliviano no tenga plata, que no haya IDH, que no haya regalías, pero también van diciendo que no haya (el bono) Juancito Pinto, ni la Renta Dignidad, ni el bono Juana Azurduy” (http://www.abi.bo/index.php?i=noticias_texto_paleta&j=20090710195517&l=0).

3. FRUTCAS y su lucha por justicia hídrica

La Federación Regional Única de los Trabajadores Campesinos del Altiplano Sud (FRUTCAS) viene luchando hace tiempo por proteger las fuentes de agua subterráneas en la región del sudoeste Potosí. El 2001 promovieron la resistencia a la exportación de aguas a Chile, impulsada por el gobierno de entonces, que culminó con la ley 2704, que prohíbe expresamente la comercialización y exportación del recurso, “debiendo ser utilizadas exclusivamente en proyectos de desarrollo de la región”. (Quisbert, 2009:16).

En relación a San Cristóbal, desde fines de los 90’s, las organizaciones campesinas



han estado realizando seguimiento a las actividades mineras, y desde hace seis años, la FRUTCAS ha mostrado las dudas, sospechas y evidencias acerca de los riesgos e impactos ambientales producidos por la magnitud y escala de la explotación a cielo abierto, particularmente sobre los recursos hídricos de la región (Quisbert, 2009), y ha demandado al gobierno y la empresa, mayores estudios y evaluaciones que permitan una información más precisa.

Hoy, la FRUTCAS, no solo apoya el “proceso de cambio” (uno de sus líderes históricos ha sido fundador del instrumento político -ISP-MAS), sino que ve en el gobierno y su presidente la representación de sus intereses y demandas; más aún confía en que sus gobernantes los protegerán frente al inmenso poder de la empresa San Cristóbal. Por ello fue una sorpresa desagradable la legitimación gubernamental de la mencionada concesión minera.

Los desafíos para el nuevo periodo gubernamental

La contundente victoria electoral de Evo Morales para la presidencia de la república (más del 60% de la votación) permitirá al MAS-ISP implementar su programa de gobierno sin verse obligado a negociar con la oposición. Cuál será la orientación de la estrategia gubernamental en el campo de los recursos naturales y el medio ambiente, particularmente el sector minería? Profundizará las pulsiones extractivistas, cortoplacistas de la oferta electoral, o recuperará una matriz de desarrollo a escala humana (en el sentido de Manfred Max Neef) presente en el principio del “buen vivir”?

Ese es el dilema del presente periodo, definido como “de cambio”: apostar por la explotación intensiva de RRNN y sus servicios como mecanismo de generación de ingresos, esta vez bajo dominio estatal, o fortalecer la capacidad estatal de fiscalizar, regular las actividades extractivas mineras, aplicando enfoques de deuda ecológica, justicia ambiental, principios precautorios, orientado a defender las comunidades campesinas, indígenas que históricamente han internalizado los costos ambientales producidos por la minería, sea estatal, privada o cooperativa, sobre ecosistemas acuáticos dentro sus territorios, planteándose un grave caso de justicia ambiental.

Como el informe Morán ha evidenciado nuevamente, la minería no es una actividad sustentable, y luego de conocer que en la región hay en proceso u operando, otras 60 concesiones en la región del sudoeste Potosí (ministro del aguas, comunicación en



reunión con FRUTCAS, agosto 2009), me pregunto, es más importante, proteger las poblaciones y ecosistemas alrededor del salar en el sudoeste Potosí, o la industria minera corporativa de producción en gran escala?

Cuando se tomó la decisión dar la concesión a la empresa San Cristóbal, las poblaciones y comunidades campesinas locales no fueron consultadas previamente, a pesar de los riesgos e impactos emergentes, reproduciendo una práctica de racismo ambiental²; hoy, se impone modificar tal política, aplicando el derecho a consulta de las NNUU, incorporado en la constitución política del estado. Desde el caso específico de San Cristóbal, se plantea la necesidad de organizar una inspección técnica oficial a la mina, con participación de las organizaciones sociales y gobiernos municipales locales, para responder a los cuestionamientos emergentes de informe Morán.

Bibliografía

Crespo, Carlos (2009) "Privatización del agua y racismo ambiental", en Comisión para la Gestión Integral del Agua en Bolivia (2009) *Justicia ambiental y sustentabilidad hídrica*, Cochabamba: CGIAB. Pp. 31-47.

López, Elizabeth (2009) "La industria minera: una industria sedienta. Caso minera san Cristóbal", en Comisión para la Gestión Integral del Agua en Bolivia, *Justicia ambiental y sustentabilidad hídrica*, Cochabamba: CGIAB. Pp. 67-90.

MAS-ISP (2009) *Bolivia país líder. Programa de Gobierno del MAS-IPSP 2010-1015*, LA Paz: 156 pp.

Molina, Jorge (2007) *Agua y recurso hídrico en el sudoeste de Potosí*, La Paz: FOBOMADE. 73 PP.

Moran, Robert (2009) *Mining Water: the San Cristóbal Mine*, Bolivia, mimeo, CGIAB; 24 pp.

Quisbert, Francisco (2009) *Proteger y preservar las aguas subterráneas del sudoeste Potosí*, Cochabamba: FRUTCAS-FSUMCAS; 55 pp.

² Sobre el racismo ambiental en Bolivia, ver Crespo, 2009.



Con el Auspicio:

CONCERTAR



inter
Cooperation



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el desarrollo
y la cooperación COSUDE