

Proyectos de Minería Metálica: Impactos Frecuentes Relacionados con Agua y Preguntas Importantes

Robert E. Moran, PhD.

Calidad de Agua / Hidrogeología / Geoquímica

Michael-Moran Assoc., LLC

Colorado, E.E.U.U

remwater@gmail.com

Mis comentarios están basados en:

Aproximadamente 38 años de experiencia

Trabajos e investigación en cientos de minas en
Sur América, Centro América, Norte América,
Europa, Africa y Asia Central

Mis clientes han sido:

- Compañías mineras
- Gobiernos
- Abogados - a favor y en contra de la minería
- Inversionistas
- Sociedad civil y organizaciones no gubernamentales
- Universidades
- El Banco Mundial

Moran: Ni a favor ni en Contra de la Minería

- Proporciona Información Técnica y Experiencia
- El Público y el Gobierno Deciden

- Pregunta retórica:
- ¿Por qué se lleva a cabo este forum?

El público desconfía ¡de todo!

De las compañías

De los gobiernos

De los reportes de los consultores

Del proceso

"Es difícil lograr que un hombre entienda algo cuando su salario depende de que no lo entienda."

Upton Sinclair

¿Impactos?



















































Dique de colas, 28/01/08





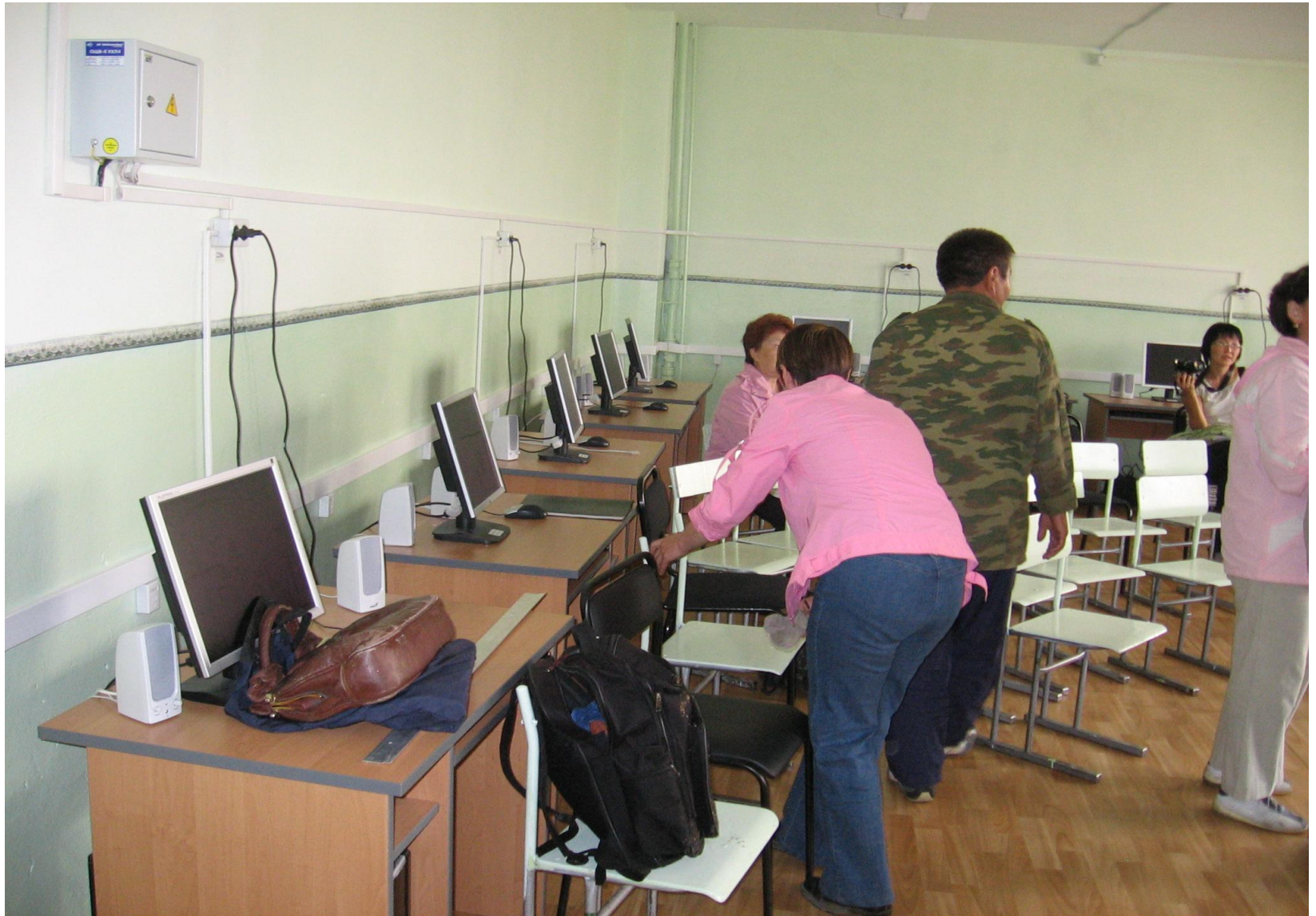














La experiencia demuestra que siempre
hay impactos negativos

- También habrán resultados positivos,
pero ¿para quién?

Impactos de Importancia

Creciente competencia por el uso del agua.

Probable contaminación del agua a largo plazo.

Incremento de precios en la economía general.

- La mayoría de las minas tienen vida corta:
entre 5 y 15 años
- Los Residuos quedan por siempre.
- **Minería Química!**
Permite desarrollo / extracción en bajas concentraciones del mineral.

Fuentes de contaminación de corrientes de agua

- Residuos de la minería
- Explosivos
- Químicos utilizados
- Combustibles: gasolina, diesel, grasas
- Residuos del laboratorio
- Drenajes
- Herbicidas, pesticidas

Corto Plazo vs. Largo Plazo

- Derrames catastróficos / colapsos
- Procesos graduales de largo plazo
desechos, presas
Contaminación de aguas

Lo más costoso:

Tratamiento de Agua a largo plazo

- **Desarrollo Sostenible?**

La industria minera provee toda la información y controla el “proceso”.

- controla el acceso al sitio
- controla las fuentes de información
- controla la recolección de los datos
- controla la emisión de los datos

Preguntas Básicas

- ¿Dónde están los datos de la **Línea de Base Ambiental**?
 - Agua, Suelos, Aire, Corrientes de agua, Sedimentos
 - Biota Acuática, Salud Humana
- ¿Cómo probar la contaminación posterior?
 - Recoger datos antes de la construcción
 - Datos válidos estadísticamente!

Preguntas Básicas

- ¿Cuánta agua está disponible?
- ¿Información de pozos?
- ¿Pruebas detalladas?

- ¿Datos de precipitación pluvial local?

- ¿Contenido químico de: la mineral, la roca de desecho, los relaves?

Preguntas Básicas

- ¿Cómo fueron recogidas las muestras?
- ¿Se hizo un Estudio de Factibilidad?
- ¿Se puso a disposición del público?
- ¿Datos reales o predicciones basadas en simulaciones en computadora?

Preguntas Básicas

- ¿Composición química de los efluentes?
- ¿Han sido publicados los documentos?
- ¿Han sido explicados razonablemente los impactos?
- ¿Documentos públicos resumidos: mapas, gráficas, cuadros?

- ¿Cuánto pagan la empresa por el agua que utiliza?
- ¿Ganaderos? ¿Agricultores?
- ¿Cuan útiles son las predicciones económicas si no hay costo por el agua?

Preguntas Básicas

- ¿Cuáles van a ser los impactos de largo plazo?
- ¿Después del cierre de la mina?
- ¿Impactos acumulados de varias minas?

Preguntas Básicas

- ¿Se han realizado Pruebas de Toxicidad?
- ¿Quién realizó los estudios
- “Independientes”?
- ¿Existe el financiamiento para los Seguros?

Industria: Es predominantemente compañías mineras, no compañías de desarrollo.

Enfoque: Ganancia

Decisiones enfocadas a **sus** intereses.

- La información no está enfocada en los intereses del **publico en general**.

Ganadores y Perdedores

- La mayoría de los impactos son locales
- La mayoría de los beneficios van hacia afuera del área
- Difícil control del movimiento de los fondos

Transparencia

- Desconfianza en compañías, consultores y gobierno
- Acceso a documentos / datos
- Participación Ciudadana-monitoreo, etc.
- Aprobación Ciudadana – “licencia social”

:

¿Qué minería queremos?

¿Quién controla las decisiones?

¿La "mente abierta" de quién
queremos influenciar?

Cambios Indispensables

- Consultores, Estudios, Laboratorios INDEPENDIENTES.
- Pagados con fondos INDEPENDIENTES.
- Laboratorios que sean capaces.
- Financiamiento del Seguro.

Muchas Gracias...

Uso del Agua en las Minas

- Pacific Rim ES [EIA]
Operaciones de la Planta
10.4 L / seg.
327,970,000 L / año.
- Rosia Montana, Rumania [EIA]
 - Operaciones
 - 238 – 251 L / seg.
 - 7,884,000,000 L / año.

Uso Domestico del Agua

E.E.U.U. (Kentucky, 1995):

suplemento privado 50 gpd = 190 L / día

suplemento publico 70 gpd = 265 L / día

- **Uso Domestico** Internacional :
- est. 50 L / persona / día

Minería y Procesamiento del Mineral

- Mineral: Oro, Cobre, Uranio
- Tipos de Minería
 - 1-Subterránea
 - 2-A cielo abierto

- **Para ambos métodos: subterráneo y cielo abierto, es necesario:**
- Remoción de la roca de desecho
- Voladura (ANFO) – Nitrato de Amonio + Gasolina

• Método de Molino

- Extraer mineral [de Oro, Plata]
 - Transportar al Molino
- Triturar y moler el mineral
 - Agregar Agua + Químicos

Químicos del proceso

- Cal
- Cianuro de sodio
- Acido Clorhídrico
- Metabisulfito de Sodio
- Sulfato de Cobre
- Hidróxido de Sodio
- Xantatos
- MIBC—metil isobutil carbinol

- Se extraen 1-2 onzas de Oro por
Tonelada de Mineral
- El resto es desecho
- Relaves: líquidos / sólidos

- Embalse de relaves (colas)
- La “descomposición” del Cianuro no es completa

Método de Lixiviación en Pilas

- Se deposita el mineral en las pilas de lixiviación
- Rociado: Solución diluida de cianuro [Alcalinidad cercana a pH 10]
- Extracción de Oro + Plata

- Pilas o Tanques
- Vertido en Lingotes – Barra Doré
- Auditoría
- Refinado

Problemas con el Drenaje Acido

- Invisibles muchos años después de la clausura
- Contaminación puede durar cientos a miles de años
- Los Costos varían desde US\$ 10 millones hasta
- US\$ 500 millones o más
- ¿Quién paga si la compañía minera ya fue disuelta?

Drenajes Neutros / Alcalinos

- La Minería incrementa el área de contacto de la roca
- La roca reacciona químicamente: agua, aire
- Condiciones Alcalinas : lagos desérticos, soluciones para procesar Oro [pH 9—12]
- Movilización de muchos metales / metaloides:
 - arsénico, selenio, molibdeno, vanadio, níquel, cromo, uranio, plomo, etc.

Problemas con el Cianuro

- Se utiliza Cianuro de Sodio
- El CN forma cientos de compuestos
 - Cianuros libres, complejos cianuro-metálicos, cianatos, tiocianatos, compuestos cianurados orgánicos (?), cianógenos, cloruro de cianógeno
- La mayoría son menos tóxicos que el CN libre, pero son **tóxicos** para la vida acuática
- Otros: nitratos, amoníaco, cloramínas

- Muchos no son detectados por pruebas estándar
 - - Cianuro WAD: soluble en ácidos débiles
 - - Cianuro Total
- Tratamiento del CN [Proceso INCO]: bajas concentraciones de muchas formas de CN
- Muchos contaminantes persisten luego del tratamiento del CN : CNO, SCN, sulfato, amoniaco, nitrato, algunos CN libres, cobre, otros metales
-

Derrames de Cianuro

- Una compleja “sopa” química tóxica
- Muchas formas de CN persisten
- Un ejemplo es el derrame de Baia Mare en Rumania:
 - -Impacto en cientos de km (+)
 - -Un mes después del derrame
- CN (código): Procedimiento no completamente efectivo para derrame en agua

Financiamiento del Seguro

- Formas: Fianzas, Seguros
- - Actividades que están cubiertas
- Condiciones de devolución de la fianza

Cierre de la Mina y Restauración

- Descripción Detallada en el EIA?
- Destino de :
 - - ¿Roca de desecho?
 - - ¿Tajos / Estanques? [malaria, en lugares cálidos]
 - - ¿Planta de Tratamiento de Aguas?
 - - ¿Servicios Públicos / Infraestructura?
[¿Quién paga los gastos?]
 -

Analisis Químicos

- Muestreo de Campo:
 - pH
 - Conductancia específica
 - Temperatura
 - Oxígeno disuelto
- Principales iones (+) no metálicos:
 - calcio, magnesio, potasio, sodio, sulfatos, nitratos, amoníaco, nitrógeno orgánico, cloruros, fluoruros, fósforo total, alcalinidad total y parámetros alcalinos; sólidos disueltos totales, sólidos en suspensión totales, turbidez, balance catódico-anódico

Monitoreo: metales / metaloides

- Aluminio, antimonio, arsénico, bario, boro, cadmio, cobre, cromo, cobalto, hierro, plomo, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, selenio, plata, talio, uranio, vanadio, zinc
-
- - Otros: litio, estroncio

- Cianuro y los compuestos de su descomposición:
- cianatos, tiocianatos, complejos metálico-cianúricos, cianuro total, cianuro WAD (soluble en ácidos débiles)

- Compuestos orgánicos :

carbono orgánico total, aceite y grasa,
compuestos orgánicos
prioritariamente contaminantes,
compuestos orgánicos del rango de la
gasolina y el diesel (GRO y DRO),
compuestos orgánicos volátiles y
semivolátiles (VOCs)

Muestreo + Interpretación de Datos

- Los procesos mineros producen:
 - Aguas contaminadas
 - altas concentraciones
 - ácidas / alcalinas
 - bajo oxígeno--frecuente
 - temperaturas

Mediciones

- Conductancia Específica
- movimiento de corriente eléctrica
- Estimación de concentración total

Mediciones

- **pH**
- ácido o alcalino
- Medición de la concentración del H libre
- Escala: normalmente 1 a 14 (sin unidades)
- Potencias de 10!
- Resultados: pH alto / bajo
- [2-4; 10-12]

Muestreo-Medición

- Equipo: LIMPIO!!!
- partes por millón = mg/L
- partes por billón = $\mu\text{g} / \text{L}$

- Sin filtrar (Total)

- Filtrado (Disuelto)

- Carga = concentración x volumen de agua
(en las corrientes)
- [kg/ día ; lbs / día]

- Preservantes
 - ácido nítrico
 - hidróxido de sodio
 - hieleras / hielo
- Llevar registros, mapas
- Tiempo de almacenamiento

Interpretación de Datos

- Evidencia de Contaminación:
 - - sulfatos, nitratos, amoniacos, cloruros
 - - metales, temperatura altas, sales
- Calidad de los Datos—balance iónico,
- muestras replicadas
- Patrones de datos vs. Línea de Base
- Laboratorios

