

ANEXO IV

Revisión y análisis de la Tesis de Maestría del Ing. H. O. Nieva

El texto tipeado en letra cursiva roja, entrecomillado, corresponde a fragmentos extractados de la tesis del Ing. Héctor Nieva. Los fragmentos tipeados en color negro responden a la revisión y el análisis citados previamente.

Resumen del análisis de la Tesis de Maestría

El título de la Tesis no es preciso y no refleja el contenido del texto. En el texto el autor solamente considera Ca y SO₄. En la organización del trabajo no especifica los Objetivos, Metodología empleada y Antecedentes de investigación del área de estudio. La redacción del texto es confusa, a veces fantasiosa y contradictoria, en general no presenta datos ni información para respaldar lo que escribe. No cita los trabajos de donde extrajo conceptos teóricos. Generalmente la cita de trabajos es incorrecta. Las figuras e ilustraciones no tienen cita bibliográfica, la numeración no es correlativa. Algunas ilustraciones y tablas no son referidas en el texto y otras no tienen relación con el texto. Figuras e ilustraciones no son producciones del autor. Tiene errores conceptuales sobre geología, mineralogía, estructuras geológicas, geografía y orografía. El autor no tiene un objetivo claro, en distintos párrafos expresa diferentes objetivos que no tienen relación con el tema de tesis.

Los subtítulos incluidos en el título **I. INTRODUCCIÓN** no tienen relación con el trabajo de Tesis.

En el título **II. GENERAL**, el autor se refiere a aspectos generales de la actividad minera y su relación con el medio ambiente. Pero el autor no estudia el ciclo del agua, hidrología, hidrogeología, características climáticas, etc., que están muy relacionados con la “Variación de parámetros geoquímicos...”. No describe ni interpreta las características de la red de drenaje de la zona, dimensiones de las cuencas, parámetros hidrológicos, etc.

En el título **III. BAJO DE LA ALUMBRERA** el autor erróneamente hace referencia a la ubicación geográfica de este yacimiento y no a la zona donde estudia la “Variación de parámetros geoquímicos, río Vis Vis...”. El autor aparentemente no consultó antecedentes de investigación suficientes y actualizados del área de estudio. Sólo se limitó a realizar transcripciones de trabajos técnicos referidos al Proyecto Alumbraera, muchas veces sin mencionar la fuente, copiando texto y figuras de otros autores (Ej.: Valenta, 2000). La descripción de la geología, estructuras, mineralogía y geomorfología es somera, con conceptos erróneos, sin establecer relación entre el ambiente geológico-estructural y el tema de investigación de la Tesis. No elaboró ilustraciones sobre la geología y estructura geológica regional ni local. El autor no obtiene ningún resultado, no tiene elaboración propia y no analizó, describió ni interpretó las estructuras geológicas y la tectónica del área de trabajo. Solamente hizo transcripción de texto sin indicar fuentes. Menciona en forma general zonas de alteración del yacimiento La Alumbraera. No aporta sobre la mineralogía y su relación con la “Variación de parámetros geoquímicos...”. No presenta ningún dato que le permita evaluar la actividad sísmica en el área. El autor no realizó ningún aporte personal de investigación ni de gráficos ilustrativos. El autor no analiza ni considera las características del ambiente geológico del área de estudio, la existencia de otros yacimientos y manifestaciones minerales, la presencia de Sr, Ca y SO₄ en el distrito YMAD. No tiene información ni analiza el agua subterránea y parámetros hidrogeológicos de la cuenca del río Vis Vis-Amanao, Campo de Andalgalá y Salar de Pipanaco, para respaldar sus conclusiones.

Lo escrito en el título **IV. DRENAJE ÁCIDO DE MINA (DAM) EN MINAS DE SULFURO** corresponde a conceptos teóricos que el autor transcribe sin citar la fuente bibliográfica. No se observa que haya estudiado o analizado el desarrollo del DAM en la zona de tesis. No estudió ni consideró la mineralogía del área, no analizó ni interpretó los datos referidos a al DAM que presenta en anexos. Comete error al referirse a las nacientes del río Vis Vis lo que indica que no realizó un análisis del drenaje ni del espacio geográfico del área de Tesis. No realizó ningún estudio o análisis que le permita concluir que el fenómeno DAM ya es detectado en las nacientes del río Vis Vis; no analiza el comportamiento del SO₄ con la mineralogía, ambiente geológico, clima, entre otros factores, como para hacer tal afirmación. No realizó ningún estudio en el área de trabajo relacionado con (Comparación de Escombreras y Dique de colas; Oxidación; Ruta del flujo de infiltración; Heterogeneidad de la distribución de sulfuros/alcalinidad; Tamaño de la partícula; Entrada de aire: oxígeno; Actividad bacteriana; Reducción del sulfato). No menciona que haya realizado determinación de los factores químicos que relacione la realidad del área de estudio con los conceptos teóricos.

El autor no realizó estudios en el área de trabajo que permita comparar los procesos de La Alumbraera con los del yacimiento El Salvador, Chile. No consideró ninguno de estos factores que controlan la movilidad de los frentes contaminantes (condiciones climáticas, Eh, pH, permeabilidad de los estériles, disponibilidad de agua en los poros, presión de agua en los poros, mecanismos de movimientos, etc.) para estudiar y determinar la “Variación de Parámetros Geoquímicos...causas y consecuencias” correspondiente a su tema de trabajo de Tesis. No realizó estudios que puedan indicar la ocurrencia de procesos de oxidación y la magnitud de los mismos en el área de trabajo de tesis. No realizó ningún estudio mineralógico de los sulfuros presentes en el área de trabajo de tesis ni de los procesos de neutralización, lixiviación de metales, migración, etc., que pudieran ocurrir. El autor no analizó ni estudió el comportamiento del Sr en este trabajo de Tesis. No realiza ninguna descripción o interpretación de los datos y gráficos de Sr que presenta en el Anexo II. No considera otros factores que intervienen en la “Variación de parámetros geoquímicos...”, Ej.: Eh, pH, ambiente geológico, condiciones climáticas, características hidrológicas, hidrogeológicas y mineralogía del área de trabajo.

En el título **V. PREDICCIÓN DEL DRENAJE ÁCIDO DE ROCA (DAR)** el autor describe una metodología teórica de trabajo. Los otros subtítulos son consideraciones teóricas que el autor agregó pero no realizó ningún estudio al respecto que pueda ser aplicado al área de trabajo y relacionado con el tema de Tesis. No realizó ningún tipo de ensayo (estático, cinético) ni estudio de los factores que influyen en la generación ácida, o estudio de ácido/base como metodología de trabajo aplicada a esta Tesis. No explica a qué yacimiento corresponden los datos presentados en la Tabla 20.2 del Anexo III. No realizó ninguna descripción, interpretación y/o explicación de los datos consignados en la Tabla 20.2. Lo único válido como metodología aplicada por el autor para realizar el trabajo de Tesis está descrito en los subtítulos (*5.4 monitoreo; 5.4.1 Monitoreo de aguas subterráneas; 5.4.2 Monitoreo de aguas superficiales; 5.4.3 Parámetros químicos*). La metodología propuesta por el autor en estos subtítulos creo que no es suficiente para estudiar la “**VARIACIÓN DE PARÁMETROS GEOQUÍMICOS...CAUSAS Y CONSECUENCIAS**”. No incluye en metodología de trabajo el estudio isotópico.

En el título **VI. RESULTADOS** el autor trata de describir el comportamiento de Ca, SO₄ y Sr basado en los gráficos de concentración de los anexos, pero no obtiene ningún resultado, no aportó contribución, análisis ni interpretación de datos. Utiliza una metodología de trabajo errónea e insuficiente al considerar como único factor en la “Variación Geoquímica del Ca, SO₄ y Sr” al dique de colas, haciendo abstracción o ignorando otros factores y/o parámetros físico-químicos que condicionan el comportamiento geoquímico de cationes y aniones en el medio natural (Ej.: ambiente geológico, Eh, pH, yacimientos y manifestaciones minerales en la zona, Sr en las rocas y sedimentos de drenaje del distrito YMAD, mineralogía, clima, hidrología, hidrogeología, etc.) y que le permita una evaluación responsable de los procesos involucrados. Además, el autor no analizó ni interpretó los datos y gráficos de Sr agregados en Anexos, no hace referencia a ellos en el texto. La comparación que hace el autor entre residuos industriales con la concentración promedio de elementos concentrados por procesos naturales en una roca en particular es errónea e irrelevante. Es un error comparar datos químicos de agua industrial con estándares para el agua de consumo. Es un error considerar al Sr como un trazador en la zona de trabajo, porque está presente en las rocas y en los sedimentos de drenaje del distrito YMAD, situación que el autor ignora. El autor no analizó ni estudió los datos consignados en las Tablas del Anexo I correspondientes a las Estaciones de Monitoreo “MW-1, MW-3, Pb-24, V-3, DCP-2, SP-2 (Sp-7), SP-6, MW-5 y Pb-11, TLW, SP-a, E-2, E-3, E-4, El Derrumbe, MW-5, Pb-11, y ERC-3”. El autor en los anexos solamente presenta datos hasta febrero del año 2000, pero en el texto hace referencia a datos de fechas posteriores. El autor demuestra con el estudio isotópico lo que no ha estudiado y lamentablemente obtiene una interpretación errónea. La caracterización isotópica obtenida por el autor entre la muestra BAMD1 (proveniente de la mina) y la muestra BAE1 (agua de río) refleja que el S del agua proviene de la zona mineralizada. En definitiva muestra la estrecha relación del SO₄ contenido en el agua del río Vis Vis-Amanao con el medio ambiente geológico. El rango de caracterización obtenido se corresponde con el de los granitoides y con los valores observados en los pórfidos cupríferos principales.

Las conclusiones obtenidas por el autor en el título **VIII. CONCLUSIONES** no tienen sustento en el texto. No realizó ningún estudio ni aporte alguno que le permitan emitir dichas conclusiones.

En el listado bibliográfico (**X. BIBLIOGRAFÍA**) se encuentran citas que no son referidas en el texto; y en el texto se encuentran citas que no figuran en el listado bibliográfico. Müller & Forrestal (1999) y Clark & Sasso (1999) son los únicos trabajos de la lista bibliográfica que tienen relación con la zona de la Tesis de Magíster.

Conclusiones del análisis de la Tesis de Maestría

El trabajo analizado “Variación de parámetros geoquímicos, río Vis Vis, Catamarca, Argentina, causas y consecuencias” es un *Informe monográfico*, cuya lectura no se recomienda.

Se pretendió analizar el comportamiento de Ca, SO₄ y Sr considerando como único factor el dique de colas del Proyecto Alumbraera, haciendo abstracción y desconociendo otros factores y parámetros que condicionan la movilidad, dispersión y concentración de cationes y aniones en el medio natural.

La metodología de trabajo es insuficiente. El autor obtiene una interpretación errónea de la caracterización isotópica de azufre y del comportamiento geoquímico de Ca, SO₄ y Sr.

El autor tiene conceptos erróneos sobre geoquímica, geología, mineralogía, estructuras geológicas, geografía y orografía.

TÍTULO

“Variación de parámetros geoquímicos, río Vis Vis, Catamarca, Argentina, causas y consecuencias”: No especifica cuáles y cuántos parámetros geoquímicos va a estudiar.

PRÓLOGO

Primer párrafo (Pág. 2), no queda claro el contenido del trabajo a analizar: *“El presente informe es la Tesis de Maestría...”*; si es un *Informe*, se espera un trabajo que no tiene forma o una exposición escrita del estado de una cuestión. Si es una *Tesis de Maestría*, debe el contenido responder a un trabajo científico con un orden preestablecido, con objetivos claros que a través de una metodología de trabajo arribe a la solución o al conocimiento de un tema particular.

RESUMEN

Primer párrafo (Pág. 3), *“Mientras que en la Localidad de Los Baños, ubicado a unos 4 Km. del Dique de Colas y fuera del área de mina, los niveles base de sulfato fueron de 484 mg/l, los que sufren leves fluctuaciones debido a las lluvias estacionales, aumentaron en el mismo punto de monitoreo a 758 mg/l entre el 31 de Mayo de 1999 y 13 de Agosto de 2000...”*, no se consigna la fecha de la medición que dio por resultado 484 mg/l de sulfato. No indica la Tabla dónde comprobar estos datos, tampoco un gráfico donde observar y comparar el comportamiento del SO₄.

Segundo párrafo (Pág. 3), *“Las variaciones detectadas del Sr...las variaciones de los valores de calcio...el impacto sobre las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Vis Vis son causadas por filtraciones del Dique de Colas del emprendimiento minero Bajo de la Alumbraera”*, Además del Sr que se incorpora al proceso con la cal para regular el pH en la Planta de Beneficio, el autor no analiza ni considera las características del ambiente geológico del área de estudio, la existencia de otros yacimientos y manifestaciones minerales, la evidencia concreta de la presencia de Sr en la Mina La Alumbraera (Tabla 2, Pág. 30 del Trabajo de Tesis), entre otros factores, que condicionan el comportamiento del Sr y Ca. No analiza ni explica otras causas o factores que intervienen en la *“variación de parámetros geoquímicos?”*.

Es un error afirmar que la cuenca del río Vis Vis-Amanao sufre el *“...impacto... por las filtraciones del Dique de Colas del emprendimiento minero Bajo de la Alumbraera”*, porque no aporta datos químicos de otros sectores de la gran cuenca del río Vis Vis-Amanao.

Cuarto párrafo (Pág. 3), *“...se abundará con curvas en sistema de coordenadas cartesianas que ilustran las variaciones de los valores de los iones...”*. No se puede interpretar el contenido de esta frase ya que no se encontró en todo el trabajo mapas de curvas en sistemas de coordenadas cartesianas (mapas de isovalores, mapas de tendencia).

Quinto párrafo (Pág. 3), existe incongruencia en la redacción cuando dice: *“No existen perforaciones fuera de la pertenencia minera hasta Amanao...”*, y más adelante afirma que: *“...las evidencias de los resultados de los análisis recogidos en las perforaciones y aguas superficiales dentro y fuera de la pertenencia...”*.

Sexto párrafo (Pág. 3), “*Los incrementos de los valores de sulfato son significativos en la estación de monitoreo E1 (de 484 mg/l a 758 mg/l en 18 meses)...y tienen un claro correlato temporal y espacial con el emprendimiento minero. ...*” No considera ni analiza otros factores que intervienen en la “*variación de parámetros geoquímicos*”. Tampoco considera el ambiente geológico (concentraciones de Ca, SO₄ y Sr en las rocas del distrito YMAD), yacimientos y manifestaciones minerales, clima, hidrología, etc., del área de estudio.

“*...Es particularmente interesante considerar al elemento Sr...y que no fuera descripto en la geoquímica local (sólo se detectan trazas en los estudios geoquímicos de los sondajes del área mineralizada, ver tabla: D. Müller and P. Forrestal Pág. 28 y 30)*” Concepto erróneo: el Sr es un elemento traza cuyo valor promedio en la corteza es de 375 ppm (Levinson, 1980). En la Tabla de la página 30 (en la perforación 51-48) el contenido de Sr es de 445 ppm y está presente también en los sedimentos de drenaje en el distrito YMAD.

Séptimo párrafo (Pág. 4), “*Este trabajo intenta contribuir a despejar dudas sobre el origen del contaminante sobre la cuenca del río Vis Vis-Amanao, incorporando el uso de trazadores isotópicos naturales para definir el origen de la fuente contaminante.*” Esta interpretación es errónea porque no presenta datos de toda la cuenca del río Vis Vis-Amanao. El Título del trabajo “*Variación de parámetros geoquímicos, río Vis Vis, Catamarca, Argentina, causas y consecuencias*” no tiene relación con la contribución que pretende el autor en este párrafo.

TABLA DE CONTENIDOS

El trabajo se organiza en un solo Capítulo que incluye diez (10) Títulos con Subtítulos correspondientes y cinco (5) Anexos en un total de 200 pp.

En ninguno de los Títulos y Subtítulos de la Tabla de Contenidos se encuentran los Objetivos del Trabajo, la Metodología empleada y Antecedentes de investigación del área.

Título I. Introducción (Pág. 5), los Subtítulos “*1.1 Legislación minera en la República Argentina; 1.1.1 Defectos y Falencias; 1.1.2 Del Informe de Impacto Ambiental; 1.1.3 De la Construcción de los Diques de Colas; 1.1.4 Accidente de las Minas de Aznalcóllar; 1.1.5 Legislación Vigente; 1.1.6 Normas Vigentes en todo el territorio nacional y provincial*” no tienen relación con el título del trabajo “*Variación de parámetros geoquímicos, río Vis Vis, Catamarca, Argentina, causas y consecuencias*”.

Título III. Bajo de la Alumbreira (Pág. 5), los Subtítulos “*3.4 Geología y Mineralización y 3.6 Geología del Yacimiento (3.6.1 Mineralogía; 3.6.2 Geomorfología)*” corresponden al mismo tema, no debiera repetirlos.

TEXTO

I. INTRODUCCIÓN

Segundo a quinto párrafo (Pág. 7), El autor realiza un comentario general sobre una actividad minera en la zona de Tesis. No explica cuál es la importancia y la relación del agua incorporada a la cuenca con los procesos que hacen “*variar los parámetros geoquímicos*”? “*...(Filipeck, et al., 1999)...*” En el título X. Bibliografía figura Filipek y otros sin consignar el año, se refiere a estos autores? “*...(Dold & Fontboté, 2001).*” En el título X. Bibliografía figura Dold & Fontboté (2000), se refiere a este trabajo?.

Sexto párrafo (Pág. 7), “*Este trabajo trata de demostrar que la generación de aguas ácidas tomará contacto con las aguas subterráneas y superficiales del río Vis Vis –Amanao, cuyo destino final será el Campo de Andalgalá (Salar de Pipanaco), considerada como una de las reservas de agua dulce...*”. Concepto erróneo: el Salar de Pipanaco no es una reserva de agua dulce; como su nombre lo indica, es un salar.

Séptimo párrafo (Pág. 7), “*Tratar de convencer sobre la base de una importante cantidad de información y un estudio minucioso...*” De qué se trata de convencer y a quién? Los objetivos que expresa el autor en distintos párrafos no tienen relación con el título del trabajo de Tesis.

1.1 Legislación Minera en la República Argentina

1.1.1 Defectos y Falencias

1.1.2 Del Informe de Impacto Ambiental

1.1.3 De la Construcción de los Diques de Cola

1.1.4 Accidente de las Minas de Aznalcóllar

1.1.5 Legislación Vigente

Último párrafo, subtítulo 1.1.5 (Pág. 13), “*(Seguridad de Diques de Colas Mineros – Carlos Delahaye, Mónica Ramírez y Hugo Carrascosa, Inst. de Investigaciones Mineras de San Juan)*” Este trabajo no figura en el título X. Bibliografía.

Sexto párrafo, subtítulo 1.1.6 (Pág. 9), “*...solo se verá pobreza en medio de montañas con oro.*” En este trabajo se utiliza con frecuencia el hipérbole (una figura del discurso de los escritores) fantaseando calidades de un objeto o persona que si bien le corresponden, no en verdad en la magnitud como supone el que escribe o habla).

Sobre estos subtítulos no se realizan otros comentarios. Como dije anteriormente estos subtítulos no tienen relación con el título de la Tesis. Además el autor introduce consideraciones personales discutibles en otro ámbito.

II. GENERAL

2.1 Minería y Medio Ambiente

Este título trata sobre aspectos generales de la actividad minera y su relación con el medio ambiente. No se realizan comentarios al respecto, se destaca que no indica la fuente de donde extractó la redacción.

El diagrama de la página 16, Principales impactos de la Minería en el Ambiente y el gráfico 1 de la página 17, aparentemente no son producciones propias del autor, no cita la bibliografía.

2.2 Agua

En este título el autor trata de forma muy general el ciclo del agua en el planeta, pero no describe el ciclo del agua en la zona de estudio, hidrología, hidrogeología, características climáticas, etc., que están muy relacionados con el tema de Tesis “*Variación de parámetros geoquímicos...causas y consecuencias*”.

Segundo párrafo (Pág. 17), (“*Aspectos Geológicos de la Protección Ambiental*”, Volumen I, UNESCO, 1995). Este trabajo no figura en el título X. Bibliografía.

Tercer párrafo (Pág. 17), “*(La Riviére, 1989)*”. Este trabajo no figura en el título X. Bibliografía.

2.2.1 Agua Superficial

Primer párrafo (Pág. 17), “*...está evacuada por una serie de efluentes temporarios del río Vis Vis...*”, Error, la cuenca tiene afluentes (no efluentes) que descargan al río Vis Vis. “*...con caudal únicamente cuando se producen grandes lluvias que por lo general caen en las épocas de estiaje...*”; estiaje, es el período en que el río tiene menor caudal (González, et al., 1986).

Tercer párrafo (Pág. 18), “*El río cambia de nombre a la altura de la localidad de Amanao...*”, el río cambia de nombre a la altura de la localidad de Las Juntas hacia el sur, no en la localidad de Amanao.

Cuarto y quinto párrafo (Pág. 18), “*En épocas anteriores a la puesta en marcha del proyecto las comunidades afincadas a la vera del río consumían sus aguas,... En la actualidad las poblaciones más cercanas a la mina consumen el agua del río Vis Vis...*”, redacción confusa cuando dice: la gente antes del proyecto consumía agua del río y en la actualidad también. No indica cuáles comunidades consumen agua del río Vis Vis. No hay ilustración del medio geográfico. Herrero D. y Herrero D. (1909) y Sussini, et al. (1941) clasifican a las aguas de este río como clorosulfatada alcalina débil y mesotermiales, sulfatada clorurada alcalina bicarbonatada débil, sódica cálcica, respectivamente.

Sexto párrafo (Pág. 18), “*La zona de desagüe del río Vis Vis, medida hasta el emplazamiento del Dique de Colas es de aproximadamente 16.500 ha, mientras que la zona de desagüe medida hasta Amanao es de aproximadamente 60.500 ha.*” Cuando se refiere a la zona de desagüe: desagüe es la salida de agua por ejemplo de un río. Las cifras indicadas son incorrectas. No presenta un gráfico que muestre lo expresado en el párrafo para facilitar la lectura. “*(Knight Piésold Ltd, año 1995)*”, esta cita no figura en el título X. Bibliografía.

Octavo párrafo (Pág. 18), “*Sobre la calidad de agua...Knight Piésold Ltd, (Anexos II...), ... (Anexos II...)*” No realiza ningún comentario, análisis o interpretación sobre las Tablas del Anexo II que hace referencia en este párrafo. Las Tablas no están numeradas para su referencia en el texto. Esta cita no figura en el título X. Bibliografía.

En este subtítulo se describe en forma muy general las características del río Vis Vis; pero no se describen ni interpretan las características de la red de drenaje de la zona, dimensiones de las cuencas, parámetros hidrológicos, etc.

2.2.2 Agua Subterránea

Primer párrafo (Pág. 18), “*(Hydro-Geo, 1994), determinó los parámetros hidráulicos, como la conductividad hidráulica... (Ver imagen Satelital, Página N° 21)*” El autor no estudia ni hace referencia a la hidrogeología de la zona de trabajo. La figura (imagen) no tiene numeración para su referencia en el texto; esta imagen no muestra los parámetros hidráulicos como lo expresa el autor. Esta figura no es producción propia del autor, no cita la fuente. La cita no figura en el título X. Bibliografía.

Segundo y tercer párrafo (Pág. 19), No se interpreta la redacción, los conceptos geológicos son erróneos cuando dice “*...andesita erosionada...; aglomerados volcánicos erosionados...; aglomerados volcánicos no erosionados...; estratos...*”

El autor no tiene información ni analiza el agua subterránea y parámetros hidrogeológicos de la cuenca del río Vis Vis-Amanao, Campo de Andalgala y Salar de Pipanaco.

2.2.3 Suelos

Primer párrafo (Pág. 19), “(*Environment S. A., 1993*)” Esta cita no figura en el título X. Bibliografía. “*Se destacó que un área de gran interés es la zona de mina en donde altas concentraciones de pirita han sufrido oxidación, produciendo ácido sulfúrico*” El autor no explica cuál es el interés por la alta concentración de pirita oxidada y la producción de ácido sulfúrico; tampoco explica si tiene alguna relación con la calidad del suelo y la variación de parámetros geoquímicos.... No demuestra ni presenta ejemplos de la producción de ácido sulfúrico. No indica el espesor del suelo y qué horizontes se encuentran.

Los párrafos segundo a quinto (Págs. 19 a 20), no tienen relación con el Subtítulo “2.2.3 Suelos”.

Segundo párrafo (Pág. 19), Conceptos erróneos al referirse a “*...la roca estéril...*” como “*...los suelos del lugar...*”.

“(*Knight Piésold y Co, Informe Impacto Ambiental*)” Esta cita no figura en el título X. Bibliografía.

Tercer párrafo (Pág. 19), “*Estudios más profundos llevados a cabo,...*” Qué estudios se llevaron a cabo? Por quiénes? “*Como sabemos es un depósito de cobre y oro, en un pórfido en ambiente árido de montaña.*” La Alumbreira es un yacimiento de Cu y Au tipo pórfido (no un depósito en un pórfido en ambiente árido de montaña). Depósito no es sinónimo de yacimiento.

Cuarto párrafo (Pág. 20), “*Parece que la combinación de la naturaleza física de la pirita y la presencia de sulfato en los lixiviados, se debe a la complicidad de disoluciones de yeso para inhibir la oxidación de la pirita (Filipeck et al., 1999). Estos resultados proporcionan los mecanismos geoquímicos de manera que la neutralización del calcio-carbonato que puede jugar un papel preponderante bajando la proporción de producción de DAR para este tipo de depósito, sobre todo en un clima árido donde el yeso está presente.*” No explica si existe alguna relación del proceso químico entre la pirita y el SO₄ con la variación de parámetros geoquímicos. No explica ni relaciona la presencia de yeso con la variación de parámetros geoquímicos y/o la concentración del SO₄ en el agua del río. La redacción de este párrafo no es clara: la “complicidad” de disoluciones de yeso...?; los resultados proporcionan los mecanismos geoquímicos de manera que la neutralización de calcio-carbonato...? La cita no figura en Bibliografía.

Quinto párrafo (Pág. 20), “*las condiciones áridas de esta mina*”, Ninguna mina tiene condiciones climáticas. “(*Filipeck et al., 1999*)” “(*Ver Tabla 20-2, Anexo III, Pág. 178*)” No explica el contenido ni la importancia de La Tabla 20-2; cuál es la relación de la Tabla 20-2 con este párrafo? La cita no figura en Bibliografía.

Sexto párrafo (Pág. 20), “*Las investigaciones realizadas hasta la fecha*” Por quiénes? Las realizó el autor? “(*MAA – Plan Provisorio de Cierre de Mina, marzo de 2000*).” Esta cita no figura en el título X. Bibliografía.

III. BAJO DE LA ALUMBRERA

3.1 Ubicación de proyecto Bajo de la Alumbreira

La Foto 1 y la Figura 1 en la página 22 no están referidas en el texto. *Figuras 1 (Pág. 22) y 2 (Pág. 24)*, estas figuras no tienen cita bibliográfica. Las figuras no son producción del autor.

Cuarto a octavo párrafos (Pág. 23), La tabla a continuación del octavo párrafo no tiene relación con el texto, no tiene numeración, no tiene cita bibliográfica. No se indica cita bibliográfica de donde extractó la información.

3.2 Sistema de Manejo de Colas (SMC)

Segundo párrafo (Pág. 24), *“En estudios previos se determinó que gran parte del basamento rocoso que yace debajo de la cuenca de colas propuesta está profundamente cubierta por arenas y gravas de libre drenaje, con tamaños que llegan a bloques.”* Error, al referirse a la “cuenca de colas” que está “profundamente” cubierta por arenas y gravas de “libre drenaje”.... No indica quiénes realizaron los estudios. *“(Informe de Actualización de Impacto Ambiental, PJW, Julio 1998)”*, esta cita no figura en el Título X. Bibliografía. *“...la misma superficie del basamento está muy desgastada...”* La superficie del basamento está erosionada “no desgastada”, no se entiende a qué se refiere.

Cuarto párrafo (Pág. 24), *“Se estudiaron diferentes alternativas sobre el tratamiento de la base del dique:...”*, No indica quiénes estudiaron..., el autor u otros? No hay cita bibliográfica.

Séptimo párrafo (Pág. 25), la Figura 4 de la página 26 La figura no tiene explicación de su contenido, no tiene cita bibliográfica. Pertenece al autor?

Noveno párrafo (Pág. 25), *“...fue necesario la instalación de una serie de baterías de pozos profundos,...”*, no indica la profundidad que tienen los pozos. La Figura 3 no pertenece al autor. No tiene cita bibliográfica.

Onceavo párrafo (Pág. 26), *“Más adelante haremos un análisis de estos modelos predictivos, y los resultados de los monitoreos de agua tanto subterránea como superficial, y sus variaciones de algunos parámetros químicos que me hace inferir la conexión hidráulica con la cuenca del río VisVis.”*, No indica qué parámetros químicos estudia y determina sus variaciones. El autor infiere y no prueba la conexión hidráulica con la cuenca del río Vis Vis.

3.3 Provisión de agua

Primer párrafo (Pág. 26), la Tabla 1 de la página 27 no tiene cita bibliográfica, el texto del párrafo tampoco.

La Tabla a continuación del primer párrafo no está referida en el texto, no tiene numeración ni cita bibliográfica. No obstante, se advierte en el texto que *“La planta necesita para procesar el mineral 2349 m³/h de agua dulce que es provista en su totalidad por una batería de pozos profundos ubicados en el Campo del Arenal,...”*, este valor no coincide con el indicado en la Tabla: *“Balance hídrico en metros cúbicos por hora: entrada de agua de pozos del Campo del Arenal 2220 m³/h...”* En la misma Tabla la entrada de agua por *“drenaje de lluvia, 168 m³/h”* no tiene sustento en todo el texto, porque no se hace un análisis de las condiciones climáticas. Durante cuánto tiempo entra esa cantidad de agua de lluvia a la cuenca? En qué período? En la misma Tabla: es un error pensar que se infiltra a la cuenca 2099 m³/h. El autor

no presenta datos que indiquen la capacidad del acuífero y calidad del material que lo constituye. La cantidad de agua que entra a la cuenca (“2566 m³/h”) es prácticamente igual a la que sale de ella (“2567 m³/h”); no considera el agua de lluvia, evaporación, etc. Y el agua que se recicla? En qué momento se utilizan 2349 m³/h para procesar mineral con este balance?

3.4 Geología y mineralización

Primer párrafo (Pág. 27), los conceptos geológicos vertidos en este párrafo son erróneos e incompletos; no tiene cita bibliográfica, cuadro estratigráfico regional, local ni mapa geológico. La descripción de las unidades geológicas regionales es incompleta, sin denominación. Conceptos erróneos cuando trata sobre la mineralización: *“Se cree que las intrusiones dacíticas subvolcánicas relacionadas a la acción volcánica son fuentes de mineralización pórfida y alteración potásica en el distrito.”*

Segundo párrafo (Pág. 27), *“La acumulación metalífera de la Alumbreira....La alteración de filita..”*, hay concentración no acumulación. La alteración es filítica no filita. Filita es una roca metamórfica.

Tercer párrafo (Pág. 27), *“El cobre se produce casi exclusivamente como calcopirita, diseminado y en vetas.”* el cobre está presente en la calcopirita (no se produce como calcopirita). La cita *“...P. Forrestal...”* no figura en el Título X. Bibliografía. En este párrafo se mencionan las Tablas 1 y 2 de las páginas 29 y 30, pero no se da ninguna explicación sobre el contenido de las Tablas y éstas no tienen relación con lo expresado en el párrafo.

Quinto párrafo (Pág. 28), la descripción que hace sobre las estructuras geológicas de la zona es deficiente, incompleta y no acompaña planos.

Sexto párrafo (Pág. 28), *“Se considera el sitio del proyecto como un área donde la actividad sísmica puede a menudo sentirse.”* Utiliza el “hipérbole” nuevamente. No menciona la fuente de donde extrae esta información. No presenta datos que le permita evaluar la actividad sísmica en el área.

3.5 Estructuras y Tectónica

Primer párrafo (Pág. 32), la cita de la figura 6 *“Modificado después de Villa y Sillitoe, 1991”* no figura en el Título X. Bibliografía. *“Apreciación geográfica global de los mayores depósitos de cobre y oro en los Andes Chilenos y Argentinos que se organiza por las rocas ígneas potásicas.”* Concepto erróneo: depósito no es sinónimo de yacimiento y los yacimientos de cobre y oro no se “organizan por las rocas...” El autor no introduce ninguna modificación a la figura 6. La figura 6 no tiene ninguna relación con el título “3.5 Estructuras y Tectónica”. La figura 7 de la página 32 no es producción del autor. No cita la fuente. La figura 7 no tiene ninguna relación con el título “3.5 Estructuras y Tectónica”. La figura 7 podría corresponder al título “3.4 Geología y Mineralización” donde el autor hace referencia a la geología regional en el primer párrafo.

No indica la fuente de donde extrajo la información del segundo párrafo.

Tercer párrafo (Pág. 32), Conceptos erróneos: *“...las filtraciones que son de carácter profundo...”*, las filtraciones no tienen un “carácter” profundo. *“...fallas que están*

perfectamente orientadas sobre el cauce del río.”. Las fallas no se orientan sobre el cauce del río, al contrario, los ríos se adaptan a la orientación de las fallas.

Cuarto párrafo (Pág. 32), *“El estudio ha utilizado datos magnéticos, radiométricos, digitales del terreno y satelitales Landsat Thematic Mapper (dispositivo de mapeo temático satelital). (Ver Figura N° 8. Pág. 34), para desarrollar una interpretación de las distribuciones y características estructurales en el área del Río VisVis.”* La figura 8 no tiene ninguna relación con este Título (3.5 Estructuras y Tectónica). La imagen (Figura 8) no tiene ninguna elaboración o interpretación por parte del autor, no tiene importancia en el trabajo. La Figura 8 de la página 34 es producción del autor? No tiene referencia bibliográfica.

3.5.1 Fuentes de los datos

Este subtítulo no tiene relación con el título “3.5 Estructuras y Tectónica”. El autor no elaboró ningún mapa estructural. No indica la fuente de donde extractó la redacción de este subtítulo.

3.5.2 Resultados

Primer párrafo (Pág. 33), *“El área se encuentra en el basamento magnéticamente inactivo del Complejo Volcánico Farallón Negro.”* Conceptos erróneos: el Complejo Volcánico Farallón Negro no constituye el basamento geológico. El Complejo Volcánico Farallón Negro evidencia respuestas magnéticas a los estudios geofísicos, incluso al lápiz magnético. El autor no realiza ningún análisis, descripción ni interpretación de las estructuras mostradas en la Figura 9, y ésta, no indica que haya sido elaborada por el autor. No tiene cita bibliográfica.

En definitiva este título (3.5 Estructuras y Tectónica) no dice nada sobre la estructura y tectónica (regional ni local). No llega a ningún resultado, no tiene elaboración propia y no analizó, describió ni interpretó las estructuras y la tectónica del área de trabajo. Solamente se hizo una transcripción de texto sin mencionar la fuente.

3.6 Geología del Yacimiento

Primer párrafo (Pág. 34), *“El depósito está emplazado...”* depósito no es sinónimo de yacimiento. El Complejo Volcánico Farallón Negro se ubica al sudeste del ambiente morfoestructural de Puna, “no al sur”.

Segundo y tercer párrafo (Págs. 34 y 35), *“El emplazamiento de cuerpos hipoabisales...”*, cuerpos hipoabisales... No presenta una figura que ilustre la geología del yacimiento. No menciona la fuente de donde extractó la información. *“La exposición superficial actual en el yacimiento se encontraba aproximadamente a 2,8 Km. debajo de la superficie en el momento de la mineralización y del emplazamiento del pórfido con la mineralización de cobre y oro depositada en el rango de presión litostática de 0,6 a 0,8 Kbar.”* Siempre hay transcripción de textos sin elaboración propia.

3.6.1 Mineralogía

Primer párrafo (Pág. 35), *“Se dice que Bajo de la Alumbrera exhibe el patrón más común de zona “Lowell and Guilbert” de todos los yacimientos de pórfido de cobre y oro del mundo.”* La cita no está escrita correctamente; se refiere a Lowell, J. D. & Guilbert, J. M. (1970) que figura en el Título X. Bibliografía?

Segundo párrafo (Pág. 35), *“Las zonas de alteración hipotermal...”*, concepto erróneo: la alteración es hidrotermal, “no hipotermal”

“Las intrusiones de pórfiro más reciente revelan sólo una alteración potásica.”, esta frase se repite en los párrafos 3 y 4 de la página 35.

Octavo párrafo (Pág. 35), *“La mayor parte del cobre es del tipo primario y se produce en forma de calcopirita en granos diseminados así como también en venillas.”* el cobre está presente en la calcopirita (no se produce en forma de calcopirita).

Noveno párrafo Pág. 35), *“El cobre y el oro tienen una relación positiva: el oro se produce junto con magnetita- calcopirita-pirita temprana en forma de granos de oro libre en el rango de los 10 a 50 micrones.”* el oro está asociado con magnetita-calcopirita-pirita (no se produce junto con...).

En este subtítulo se menciona en forma general las zonas de alteración del yacimiento, no aporta nada sobre la mineralogía. Lo escrito no tiene relación con el tema de Tesis. No acompaña figura que ilustre el texto de referencia. No indica la fuente de donde extractó la información.

3.6.2 Geomorfología

Primer párrafo (Pág. 36), *“El Bajo de la Alumbreira se encuentra entre elevaciones desérticas altas y la zona montañosa que se extiende al oeste de los nevados del Aconquija.”* Conceptos erróneos: las elevaciones no son desérticas (“elevaciones” hace referencia a la orografía y “desérticas” al clima). El bajo de la Alumbreira se ubica al norte de un conjunto de sierras que constituyen el extremo sur del sistema de Aconquija.

En este título no se describe geomorfología, tampoco se presentan figuras para ilustrar el texto.

IV. DRENAJE ÁCIDO DE MINA (DAM) EN MINAS DE SULFURO

4.1 Etapas en el desarrollo del DAM

Primer párrafo (Pág. 37), *“El desarrollo del drenaje ácido de roca es un proceso que depende del tiempo y comprende tanto reacciones biogeoquímicas de oxidación como fenómenos físicos relacionados. En nuestro caso de estudio tenemos ya los primeros indicios, que fue detectado a cuatro años posteriores del inicio de las actividades del emprendimiento minero. Lo que fue observado en la variación de parámetros químicos en las nacientes del río VisVis.”* El autor no aporta ningún estudio o análisis hasta esta parte del trabajo que avale lo expresado en este párrafo. No consideró la mineralogía del área, no analizó ni interpretó los datos que presenta en anexos. No indica qué parámetros químicos han variado. El río Vis Vis nace al norte del campo de Tampa Tampa, aguas arriba del dique de cola. Esto indica que no realizó un análisis del drenaje ni del espacio geográfico del área de Tesis.

Primera Etapa

Cuarto párrafo (Pág. 37), *“En esta etapa, el agua de drenaje se caracteriza generalmente por niveles elevados de sulfato, con pH cercano al neutro. Este fenómeno ya es detectado en las nacientes del río VisVis, con valores de sulfato incrementados en un 100% (sobre los valores de base), como así también el aumento del ión calcio, este cambio significativo se produjo en un corto período de tiempo (3 meses), manteniendo estable los valores de pH (ligeramente superior a 7)....”* No indica qué estudios llevó a cabo para concluir que el fenómeno DAM ya es detectado en las nacientes del río Vis Vis. Por otra parte la naciente del río Vis Vis se ubica

en el extremo norte del campo de Tampa Tampa. No estudió la mineralogía del área y no analiza el comportamiento del SO₄ con la mineralogía, ambiente geológico, clima, entre otros factores, como para hacer tal afirmación. No presenta gráficos indicativos de la variación de SO₄.

No cita la fuente de donde extractó la redacción de estos cuatro párrafos de conceptos teóricos.

Segunda Etapa

No realizó ningún estudio que pueda indicar la ocurrencia de este proceso en el área de trabajo. No cita la fuente de donde extractó la redacción de estos dos párrafos que corresponden a conceptos teóricos.

Tercera Etapa

Sexto párrafo (Pág. 39), *“Como este trabajo trata de demostrar la falta de estanqueidad del dique colas, estaríamos en problemas, ya que la conexión con la cuenca del río VisVis-Amanao, sería la línea de escurrimiento de los drenajes ácidos con el consiguiente desplazamiento de metales pesados, generando un impacto sobre toda la cuenca hasta alcanzar el campo de Andalgalá.”* No realizó ningún estudio que pueda indicar la ocurrencia de este proceso en el área de trabajo. Demostrar la falta de estanqueidad del dique de colas no tiene ninguna relación con el título de la Tesis. Resulta que la falta de estanqueidad del dique de colas está demostrada con la construcción de pozos de retrobombeo.

No cita la fuente de donde extractó la redacción de estos seis párrafos de conceptos teóricos.

4.2 Fuentes del DAR

4.3 Escombreras

No cita la fuente de donde extractó la redacción de los conceptos teóricos.

4.4 Dique de colas

Cuarto párrafo (Pág. 41), *“Los primeros efectos del DAM se podrán detectar, cuando la empresa haya hecho abandono del sitio de mina, ya que no se incorporara mas Hidróxido de Calcio al dique colas provenientes de la planta de beneficio, y no habrá mas aporte de agua al dique de colas.”* Contradicción: cuando dice “los primeros efectos del DAM se podrán detectar cuando la empresa haya hecho abandono del sitio de mina... y en el cuarto párrafo (Pág. 37), el autor afirma que el fenómeno DAM ya es detectado en las nacientes del río Vis Vis.

No cita la fuente de donde extractó la redacción de los tres primeros párrafos de conceptos teóricos.

Quinto párrafo (Pág. 41), *“...Dold & Fontboté, 2001)”* Esta cita no figura en el Título X. Bibliografía.

4.5 Comparación de Escombreras y Dique de colas

4.5.1 Oxidación

4.5.2 Ruta del flujo de infiltración.

No cita la fuente de donde extractó la redacción de conceptos teóricos en estos subtítulos.

4.6 Heterogeneidad de la distribución de sulfuros/alcalinidad.

4.6.1 Tamaño de la partícula

4.6.2 Entrada de aire (oxígeno)

No realizó ningún estudio en el área de trabajo relacionado con estos subtítulos. No cita la fuente de donde extractó la redacción de conceptos teóricos en estos subtítulos.

4.6.3 Temperatura

Segundo párrafo (Pág. 42), “...*Robertson (1988), y Broughton y Robertson (1992).*” Estas citas no figuran en el Título X. Bibliografía.

Tercer párrafo (Pág. 43), “*En resumen podríamos indicar una serie de problemas que para este caso particular de Bajo de la Alumbrera ya son observados, como problemas ambientales producidos por las operaciones de minas:*

Cambios (químicos y físicos) de los cursos de agua y aguas subterráneas.

Tráfico de camiones.

Vibración por las voladuras.

Destrucción del paisaje.

Impacto sobre las aguas del río VisVis.

Dificultades futuras las reservas de agua del Campo del Arenal.” No presenta información ni estudios realizados para respaldar lo que afirma.

Cuarto párrafo (Pág. 43), “*Podemos enunciar algunos factores químicos determinantes de la generación ácida.*

- *pH.*
- *Temperatura.*
- *Contenido de oxígeno en la fase gaseosa.*
- *Concentración de oxígeno en la fase acuosa.*
- *Superficie expuesta del mineral.*
- *Energía de la actividad química requerida para iniciar la generación ácida.*” No realizó ninguna determinación de los factores químicos enunciados en este párrafo que relacione la realidad del área de estudio con los conceptos teóricos.

Quinto párrafo (Pág. 43), “*(Ver figura 1. Pág. 41).*” No mantiene correlatividad en la numeración de las figuras. No indica si la figura es producción del autor.

Lo escrito no tiene relación con el subtítulo “4.6.3 Temperatura” y no cita la fuente de donde extractó la redacción de los conceptos teóricos.

4.7 Emplazamiento típico: Proyecto Minero Bajo de la Alumbrera

No se entiende cuál es la importancia o la utilidad de la figura 2 (Pág. 44) porque no se hace referencia a ella en el texto. No indica si la figura es producción del autor.

4.8 Dimensión mundial del problema

Sexto párrafo (Pág. 45), “...*(Financial Post, noviembre 17, 1994).*” Esta cita no figura en el Título X. Bibliografía.

Octavo párrafo (Pág. 45), “...*(Sato, 1960; Bryner et al., 1967; Nordstrom, 1977 y 1982; Nordstrom et al., 1979; Ritcey, 1989; Jambor y Blowes, 1994; Alpers y Blowes, 1994; Morin y Hutt, 1997; Nordstrom y Alpers, 1999); Dold y Fontboté, 2001, 2002).*” Ninguna de estas citas figura en el Título X. Bibliografía.

Doceavo párrafo (Pág. 46), “*En El Salvador (mina con características climática similares al de Bajo de la Alumbraera) las cantidades de mineral de oxihidroxido férrico secundario están bajas con relación a la pirita relativamente alto (6.2 wt%) y un bajo pH en la zona de la oxidación (pH 2). La baja actividad de la oxidación se obtuvo durante las pruebas micro biológicas y la presencia de concentraciones de Mo más altas (160-1000 ppm) que aquellos de la Andina y El Teniente (32171 ppm), sugiere que la pelea de los oxihidroxidos férricos es debida, por lo menos en parte, al Mo que contamina de sulfuro y además oxida las bacterias como el Acidithiobacillus ferrooxidans. El bajo pH (2 - 3.5) del dique de colas de El Salvador se atribuye a la oxidación inorgánica lenta de la pirita, la liberación de acidez por la jarosita supergénica, y la ausencia completa de potencial de neutralización de carbonato. (Dold & Fontboté 2001).*” El autor no realizó ningún estudio en el área de trabajo que pueda mostrar o comparar los procesos que ocurren en La Alumbraera con los que ocurren en el yacimiento El Salvador.

No cita la fuente de donde extractó la redacción de los párrafos primero, segundo, tercero, cuarto, quinto y décimo.

4.9 Actividad bacteriana

Cuarto párrafo (Pág. 47), “*(Mills, 1999).*” Esta cita no figura en el Título X. Bibliografía.

No cita la fuente de donde extractó la redacción de los conceptos teóricos de los párrafos primero, segundo, tercero, y quinto.

4.9.1 Reducción del sulfato


El autor no realizó ningún estudio en el área de trabajo que pueda aplicar o relacionar con lo expresado en el título “4.9 Actividad bacteriana” y subtítulo “4.9.1 Reducción del sulfato”. En el texto no se hace referencia a la figura 3 y Tabla 1 (Pág. 48). No cita la fuente de donde extractó la redacción de conceptos teóricos de este subtítulo ni de la Tabla 1.

4.10 Movilidad de los elementos y procesos de adsorción

Primer párrafo (Pág. 49), “*...(Parks, 1990).*” Esta cita no figura en el Título X. Bibliografía.

Segundo párrafo (Pág. 49), “*Hay diferentes factores que controlan la movilidad de los frentes contaminantes, los que pueden resumirse en:*

- *Condiciones climáticas.*
- *Eh - pH*
- *Permeabilidad de los estériles.*
- *Disponibilidad de agua en los poros.*
- *Presión del agua en los poros.*

- *Mecanismos de movimiento:* 

Es cierto, pero el autor no utiliza ninguno de estos factores para estudiar y determinar la “Variación de Parámetros Geoquímicos...causas y consecuencias” correspondiente a su tema de trabajo de Tesis.

“*Tablas 2 y 4. (Plumlee, 1999).*” Esta cita es la misma que figura en el Título X. Bibliografía sin consignar la fecha?

“Tabla 3. Ej. De minerales que pueden neutralizar la acidez.” No hace referencia en el texto de esta sección a las Tablas 2, 3 y 4 (Págs. 50-51), cuál es su función en el trabajo? No cita el autor de esta Tabla.

4.11 Química de las reacciones

4.11.1 Oxidación:

El autor no realizó ningún estudio que pueda indicar la ocurrencia de estos procesos y la magnitud de los mismos en el área de trabajo. No cita la fuente de donde extractó la redacción de los conceptos teóricos del Título 4.11 y Subtítulo 4.11.1.

4.12 Minerales Sulfurosos

4.12.1 Pirita (FeS₂)

Primer párrafo (Pág. 54), *“Este mineral es el más común entre los minerales sulfurados. El proceso de oxidación de la pirita es uno de los mayores generadores de minerales secundarios, la mayoría de los minerales secundarios son meta estables, productos como la ferrihidrita (5Fe₂O₃·9H₂O), schwertmannita (entre Fe₈O₈(OH)₆SO₄ y Fe₁₆O₁₆(OH)₁₀(SO₄)₃, y la goethita (FeO(OH)), del mismo modo es más estable la jarosita (KFe₃(SO₄)₂(OH)₆), y la hematita dependiendo de las condiciones geoquímicas (Nordstrom, 1979 y 1982; Sato, 1992; Kesler, 1999)”* Estos autores no figuran en el Título X. Bibliografía. *“(…Nordstrom y Alpers, 1999).”* Esta cita corresponde a la misma del Título X. Bibliografía sin consignar el año? *“(…Bigham, 1994; Bigham y al., 1996”* Estas citas se corresponden con algunas de las indicadas en el Título X. Bibliografía?

El autor no realizó ningún estudio mineralógico ni petrológico en el área de trabajo. No cita la fuente de donde extractó la redacción de los conceptos teóricos de los párrafos 3, 4 y 5 (Págs. 54-55).

4.12.2 Calcopirita (CuFeS₂)

Segundo párrafo (Pág. 55), *“Sin la producción ácida (Walder y Schuster, 1998).”* Esta cita no figura en el Título X. Bibliografía.

Tercer párrafo (Pág. 55), *“(Plumlee, 1999).”* Esta cita se corresponde con algunas de las indicadas en el Título X. Bibliografía?

4.12.3 Arsenopirita (FeAsS)

Primer párrafo (Pág. 55), *“…la reacción siguiente (Mok y Wai, 1994)”* Esta cita no figura en el Título X. Bibliografía.

4.13 Neutralización

Noveno párrafo (Pág. 57), *“…Los iones de sulfato también son químicamente estables en un amplio rango de pH (ver figura 3. Pág. 57)…”* *“En la figura 3, (Douglas G. Brookins, University of New Mexico, Albuquerque, February 1988), vemos que en una gran amplitud de pH el Sulfato puede movilizarse, hoy esta presente en los puntos de monitoreo sobre el río VisVis (fuera del área de mina) con niveles de pH entre 7 - 8, cuya concentración temporal y espacial se corresponden con el emprendimiento minero de Bajo de la Alumbrera.”* El autor no considera otros factores que intervienen en la *“Variación de parámetros geoquímicos…”*. No dice nada respecto al Eh del área de estudio al comportamiento del sulfato con relación al Eh en el área de estudio. No dispone de gráficos para ilustrar este párrafo. No considera el ambiente geológico, las condiciones climáticas, las características hidrológicas,

hidrogeológicas y mineralogía del área de trabajo. No indica los datos analizados para obtener esta interpretación.

El autor no realizó ningún estudio que indique cómo funciona este proceso en el área de trabajo. No cita la fuente de donde extractó la redacción de conceptos teóricos en este Subtítulo.

4.14 El Proceso de Lixiviación de Metales y su Migración

Segundo párrafo (Pág. 57), Ídem a lo explicado en subtítulo “4.13 Neutralización” (noveno párrafo).

Cuarto párrafo (Pág. 58), *“Las formaciones geológicas han dado como resultado una serie de características específicas con respecto a la mineralización. Los minerales de cobre pueden estar asociados con enriquecimientos de Oro, Ej. (Bajo de la Alumbreira), arsénico Ej. (Agua Rica), y en menor grado, al cadmio y plomo.”* Concepto erróneo: las formaciones geológicas se forman por procesos distintos a los procesos mineralizadores. Las formaciones geológicas no condicionan las características de la mineralización. Los minerales de cobre no están asociados con enriquecimientos de oro o arsénico, sino con minerales portadores de oro y minerales portadores de arsénico.

Quinto párrafo (Pág. 58), *“Fig. 95 (Douglas G. Brookins, University of New Mexico, Albuquerque, February 1988), en un diagrama Eh-pH vemos el comportamiento del Calcio, otro elemento movilizado y presente en los puntos de monitoreo fuera del área de mina.”* El autor no considera otros factores que intervienen en la “Variación de parámetros geoquímicos...”. No dice nada respecto al Eh y pH, ni al comportamiento del calcio con relación al Eh y pH en el área de estudio. No considera el ambiente geológico (carbonatos en las rocas del distrito YMAD), las condiciones climáticas, las características hidrológicas, hidrogeológicas y mineralogía del área de trabajo, entre otros. No indica los datos analizados para obtener esta interpretación. No mantiene correlatividad en la numeración de las figuras.

Noveno párrafo (Pág. 59), *“Fig. 96 - (Douglas G. Brookins, University of New Mexico, Albuquerque, February 1988), en un diagrama Eh-pH vemos el comportamiento del Estroncio, incorporado al proceso con la Cal para regular el pH de la flotación, el mismo fue detectado en los puntos de monitoreo en el río VisVis, fuera del área de mina.”* El autor no analizó ni estudió el comportamiento del Sr en este trabajo de Tesis, no realiza ninguna descripción o interpretación de los datos y gráficos de Sr que presenta en el Anexo II. El autor no considera otros factores que intervienen en la “Variación de parámetros geoquímicos...”. Qué puede decir respecto al Eh del área de estudio? Y al comportamiento del Sr en relación al Eh y pH en el área de estudio? No considera el ambiente geológico, las condiciones climáticas, las características hidrológicas, hidrogeológicas y mineralogía del área de trabajo, entre otros factores. No indica los datos analizados para obtener esta interpretación. No dispone de gráficos para ilustrar este párrafo. No cita la fuente de donde extractó la redacción de los conceptos teóricos.

4.14.1 Sulfatos solubles en agua.

“Un grupo particular lo integran los sulfatos muy solubles en agua, como por ejemplo el yeso y la calcanthita ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), en condiciones de oxidación y altas tasas de evaporación, pueden soltar cantidades significativas de metales y ácido con las lluvias. Este grupo mineral es un factor importante que lleva a las fluctuaciones estacionales en los niveles de

contaminación de suelos y aguas de la superficie, sobre todo en los climas semiáridos y áridos (el Alpers et al., 1994, Dold, 1999.; Dold & Fontboté, 2001). El autor no estudió la mineralogía ni el clima del área de trabajo como para analizar y entender el comportamiento de los minerales en las condiciones ambientales locales. Este párrafo está fuera de lugar, no completó la idea y no relacionó con el área de estudio. Esta cita no figura en el Título X. Bibliografía.

V. PREDICCIÓN DEL DRENAJE ÁCIDO DE ROCA (DAR)

5.1 Metodología

Primer párrafo (Pág. 61), “...(*Brady, 1994*)... (*Sobek y otros., 1978*)... (*Blanco y otros., 1999*)... (*Scharer y otros., 1994*)” Estas citas no figuran en el Título X. Bibliografía. “...(*Plumlee, 1999*)...”, esta cita se refiere a algunos de los nombrados en el Título X. Bibliografía?.

Segundo párrafo (Pág. 61), “...*En la República Argentina, con el emprendimiento minero Bajo de la Alumbrera de gran magnitud iniciado en 1996 y aún con un desconocimiento sobre la magnitud de los impactos ambientales adversos del Drenaje Ácido de Mina (DAM).*” Qué quiere decir con esto, se olvidó de completar la idea?

5.1.1 Tipos de Pruebas

No cita la fuente de donde extractó la redacción de conceptos teórico de este Subtítulo.

5.1.2 Los ensayos estáticos

El autor no realizó ningún tipo de ensayo como metodología de trabajo aplicada a esta Tesis. No cita la fuente de donde extractó la redacción de conceptos teóricos de este Subtítulo.

5.1.3 Los ensayos cinéticos

El autor no realizó ningún tipo de ensayo como metodología de trabajo aplicada a esta Tesis. No cita la fuente de donde extractó la redacción de conceptos teóricos de este Subtítulo.

5.2 Control de la Generación Ácida

El autor no realizó ningún tipo de estudio de los factores que influyen en la generación ácida como metodología de trabajo aplicada a esta Tesis. No cita la fuente de donde extractó la redacción de conceptos teóricos de este Subtítulo.

5.3 ABA

Quinto párrafo (Pág. 65), “(*Ver Tabla 20.2, L.H. Filipek. Anexo III. Pág. 178.*)” Esta cita corresponde a la que figura en el Título X. Bibliografía, o a otra? El autor no realizó ningún estudio de ácido/base como metodología de trabajo aplicada a esta Tesis. No explica a qué yacimiento corresponden los datos presentados en la Tabla 20.2 del Anexo III. El autor no realizó ninguna descripción, interpretación y/o explicación de los datos consignados en la Tabla 20.2.

No cita la fuente de donde extractó la redacción de conceptos teóricos de este Subtítulo.

5.4 Monitoreo “(*Programa Conjunto de Monitoreo de aguas superficiales y subterráneas entre MAA y SEA. (Ver figura 1. Pág. 66 y figura 2. Pág. 67).*)” Estas figuras fueron elaboradas por el autor?

5.4.1 Monitoreo de aguas subterráneas

5.4.2 Monitoreo de aguas superficiales

5.4.3 Parámetros Químicos

No hay comentarios sobre estos subtítulos.

5.4.3.1 Tipos de Análisis

Segundo párrafo (Pág. 68), “...*Los resultados de cuatro años de monitoreo se encuentran en Anexos I. Pág. 104.*” Las Tablas de este anexo (Estaciones de monitoreo CA-1, CMW-1, CMW-2, CMW-3, CMW-4, CMW-5A, CP-1, PZ-1, PZ-2, PZ-3, PZ-4, RIO L.C., RIO L.N., RIO S.M., contienen datos de campo solamente, faltan todos los datos “parámetros de laboratorio”. Las Tablas agrupadas en el Título “AREA DE MINA, DIQUE DE COLAS y RIO VIS VIS” contienen datos analizados en campo y laboratorio.

Lo único válido como metodología aplicada por el autor para realizar el trabajo de Tesis está descrito en los subtítulos “5.4 monitoreo, 5.4.1 Monitoreo de aguas subterráneas, 5.4.2 Monitoreo de aguas superficiales; 5.4.3 Parámetros químicos”. Se advierte que la metodología propuesta por el autor en estos subtítulos no es suficiente para comprender la “**VARIACIÓN DE PARÁMETROS GEOQUÍMICOS...CAUSAS Y CONSECUENCIAS**”.

Los otros subtítulos incluidos en el título “**V Predicción del drenaje ácido de roca (DAR)**” son consideraciones teóricas que el autor agregó al trabajo de Tesis, pero no realizó ningún estudio al respecto que pueda ser aplicado al área de trabajo y relacionado con el tema de Tesis.

VI. RESULTADOS

Hasta aquí el autor no hizo ningún aporte, ni análisis ni interpretación de datos como para obtener resultados.

6.1 Campo del Arenal

“*Figura 1. Campo del Arenal.*” Esta figura no fue elaborada por el autor.

Segundo párrafo (Pág. 69), “*También es importante destacar que el Campo del Arenal forma parte de una cuenca totalmente independiente del sitio de mina, área industrial, campamento y dique de colas, se encuentra separada por un cordón montañoso, perteneciente al cordón de Aconquija.*” Conocimiento erróneo de las unidades orográficas. El distrito YMAD donde se encuentra el yacimiento La Alumbraera se ubica al sudoeste del Campo del Arenal y no está separado por el cordón de Aconquija.

6.2 Análisis (Cal del proceso, Sr)

Primer párrafo (Pág. 69), “*la cal que se utiliza para regular el pH en el proceso de flotación en 11, proviene de la Provincia de San Juan, la que se incorpora al proceso a razón de 60 tn. mensuales aproximadamente.*” Error: el consumo diario promedio de cal es de 80-85 tn/día.

Segundo párrafo (Pág. 70), “*...y que por otro lado el Sr no estaba descrito en la mineralogía del yacimiento. (Ver análisis Pág.71 y 72).*” El autor no observó la Tabla 2 (Pág. 30 de la Tesis), donde el elemento Sr está presente en las perforaciones realizadas en La Alumbraera con valores de hasta 445 ppm y también en los sedimentos de drenaje en el distrito YMAD.

Tercer párrafo (Pág. 70), “*Los niveles de pH medidos en los puntos de Monitoreo, ya sea en el área de mina como fuera de ella siempre estuvo entre 7-8, también sabemos que el estroncio tiene la particularidad de movilizarse con pH ligeramente alcalinos (Ver figura 96, Pág.59) como carbonato o sulfato....*” El autor no tiene datos del Eh en la zona de estudio para analizar el comportamiento del Sr, CO₃ y SO₄ junto con pH. No analizó, describió ni estudió los datos y gráficos de Sr agregados en anexos. No presenta gráficos para explicar lo expresado en el párrafo.

“*...Sin dudas que los niveles elevados de Sr en la muestra de cal que se le agrega al proceso de flotación, que luego se elimina en los residuos al dique de colas, y al final migra a través de fisuras y fallas hacia la cuenca VisVis-Amanao, con niveles de 2,60 (mg/l) en la estación El. (Ver curva Anexo II. gráfico 17. Pág. N° 175).*” Que quiere decir? No completó la idea? El autor no tiene en cuenta otros factores al analizar el comportamiento geoquímico del Sr como por ejemplo el ambiente geológico (contenido de Sr en las rocas del distrito YMAD), Eh, la existencia de otros yacimientos y manifestaciones minerales en la zona, la presencia de Sr en las perforaciones de La Alumbraera y en los sedimentos de drenaje del distrito YMAD, etc. Además, el autor no analizó ni interpretó los datos y gráficos de Sr agregados en Anexos. No realizó un estudio de las fallas geológicas ni de la hidrogeología del área.

La Tabla de la página 73 “*RESULTADOS ANALÍTICOS MUESTRA DE SALITRE – Provincia de San Juan (Ing. Karnicie)*” tiene valores de SO₄, NO₃, Cl, CO₃, CaO, y Na₂O comparativamente más elevados que los obtenidos en la Tabla de la página 72 “*Muestra de Salitre – Yacimiento Minero Bajo de la Alumbraera*”, manteniéndose igual K₂O y más elevado en Alumbraera el MnO; el autor no explica a qué se debe esta variación de datos químicos. No se analizaron elementos trazas en San Juan.

6.3 Relave de sólidos

Primer párrafo (Pág. 73), “*...Rose, 1997)...; ...Lakefield Research de Ontario - (Knight Piésold y Co, Informe Impacto Ambiental, Anexo J-Tabla 13- Pág.35).*” Estas citas no figuran en el Título X. Bibliografía. La Tabla no tiene numeración.

“*Los análisis químicos de los sólidos de las colas obtenidas en el circuito de flotación, indican que los sólidos de colas contendrán concentraciones de metales que son elevadas con relación a los valores normales para las rocas félsicas. Ver tabla siguiente.*” Error: la comparación que hace el autor es irrelevante y fuera de contexto. Es un error comparar residuos industriales productos justamente de un proceso que tiende a separar y/o concentrar determinados elementos con la concentración promedio de elementos por procesos naturales en una roca en particular. La Tabla no tiene datos de Sr. La Tabla no tiene numeración.

Segundo párrafo (Pág. 73), “*Los análisis químicos del agua del circuito de flotación también fueron realizados. Ver tabla siguiente.*” Error: la comparación es irrelevante y fuera de contexto. Es un error comparar datos químicos de agua industrial con estándares para el agua de consumo. La Tabla no tiene numeración. “*...Lakefield Research de Ontario - (Knight Piésold y Co, Informe Impacto Ambiental, Anexo J -Tabla 14 - Pág.37).*” Esta cita no figura en el Título X. Bibliografía.

Tercer párrafo (Pág. 74), La Tabla no tiene numeración. “*(Knight Piésold y Co, Informe Impacto Ambiental, Anexo J -Tabla 15 - Pág.38).* Esta cita no figura en el Título X. Bibliografía.

Cuarto párrafo (Pág. 74), *“En las tablas siguientes se puede observar una serie de minerales capaces de generar ácido.”* Cuáles Tablas? Qué minerales? No presenta ninguna Tabla ni hay minerales y no realizó ningún estudio sobre la mineralogía del área de Tesis.

6.4 Resultados de monitoreos: Sulfato

Primer párrafo (Pág. 74), *“Como resultado de cuatro años de monitoreo conjunto con la empresa, el que finaliza en el año 2000, en lo que se refiere al Programa de Monitoreo; mientras que los estudios de isótopos naturales finaliza con esta tesis de maestría.”* A qué se refiere con isótopos naturales?

Tercer párrafo (Pág. 75), *“Se pretende demostrar que a pesar de todas las precauciones tomadas para evitar las filtraciones del dique de colas no se pudo sellar las filtraciones a diferentes profundidades, por las cuales se produce la migración del contaminante DAM, y se incorpora al cauce del río VisVis.”* Es otro objetivo más del trabajo, además de estudiar las variaciones de parámetros geoquímicos...? Las filtraciones del dique están demostradas por la existencia de los pozos de retrobombeo.

Quinto párrafo (Pág. 75), *“La variación del parámetro sulfato (SO_4^{2-}) detectadas aguas abajo del dique de colas, el que nos hace pensar que no sería otra cosa que la prolongación del DAR.”* Como ya se dijo, el autor no consideró el ambiente geológico ni la mineralogía del área de estudio para emitir esta opinión.

Sexto párrafo (Pág. 75), *“Para demostrar la conexión hidráulica entre el Dique de Cola y la cuenca del río VisVis-Amanao se observa el comportamiento de un trazador incorporado por la empresa (Sr), ya que su movilidad y puntos de detección contribuyó de manera definitiva a demostrar la hipótesis de esta tesis a la que se agrego para definir con certeza el origen del contaminante, la realización de una caracterización isotópica del Azufre entre ambos puntos (Dique de Colas) y la cuenca VisVis-Amanao.”* Error: el Sr no constituye un trazador en la zona de trabajo. Además del Sr incorporado en la cal, el Sr está presente en las rocas y en los sedimentos de drenaje del distrito YMAD, situación que el autor no investigó. El autor no analizó ni interpretó los datos y gráficos del Sr agregado en Anexos, no hace referencia a ellos en el texto. Se desconoce la hipótesis de la tesis.

6.4.1 Sulfato (SO_4^{2-})

Primer párrafo (Pág. 75), *“Se analizan en forma individual cada una de las estaciones de monitoreo, las que representan una información valiosa para definir con certeza la situación actual de los procesos del DAM que ya se inició en el Dique de Colas. Hay que tener en cuenta que las estaciones que son objeto de monitoreo y análisis, corresponden hacia abajo del dique de colas, las que podrán observarse en la (figura 1. Pág. 66 y figura 2. Pág. 67).”*

TLW	ERC-3	SP-a	WW-13
PB-16	MW-7	MW-8	E-1
E-2	L.J.	E-3	Derrumbe
E-4			

Metodología de trabajo insuficiente: el autor no considera datos del sector aguas arriba del dique de colas y otras áreas que le permita una evaluación válida y responsable de los procesos en la “Variación de Parámetros geoquímicos...”.

6.4.1.1 Estación TLW

“Este punto de muestreo corresponde al Dique de Colas (Tailing Lake Water), el valor máximo que se midió en el parámetro sulfato, fue de 2.016 mg/l. Este valor se corresponde con las características de los desechos producidos por la planta de tratamiento.” No indica en qué Tabla ver este valor. No presenta gráficos que muestren la variación de SO₄ en el tiempo.

6.4.1.2 Estación ERC3

“En función de la información disponible, desde febrero de 1.997 (600 mg/l de sulfato), dicho parámetro se incrementó como consecuencia del continuo crecimiento del dique de colas, hasta los valores actuales, de 2.135 mg/l. Esta estación de monitoreo, se encuentra ubicada al lado aguas abajo del muro de contención de la laguna de captación de drenajes (DCP). El mínimo valor registrado antes de la puesta en marcha de la explotación minera, es de: 290 mg/l de sulfato, en agosto de 1.997.” No analiza la concentración de SO₄ en función de otros parámetros. No indica en que Tabla se encuentran estos datos. No hace referencia a ningún gráfico mostrando la variación de SO₄ en el tiempo. Igual que en la Estación TLW la comparación es irrelevante porque se trata de mediciones realizadas en el dique de colas y su entorno inmediato, sectores que forman parte del proceso industrial.

6.4.1.3 Estación Spa

Primer párrafo (Pág. 76), *“Es una estación de agua superficial, ubicada aguas arriba de la zona conocida como Las Vizcachas. En este punto se registran valores concordantes con los de la estación ERC3. El mínimo valor registrado es 352 mg/l de sulfato en agosto de 1.997. En febrero del mismo año, existe un registro de 392 mg/l. En febrero de 2000 se registró 2.103 mg/l de sulfato. En este punto, y hasta la zona de la estación Spa-b, es el lugar donde se registran abundantes filtraciones cuando por algún motivo el sistema de retrobombeo se detiene.* No analiza las causas de la variación geoquímica de SO₄ entre febrero de 1997 (600 mg/l), agosto de 1997 (290 mg/l) en la Estación ERC3 y febrero de 1997 (392 mg/l), agosto de 1997 (352 mg/l) en la Estación Spa considerando otros factores (Ej.: clima). De qué manera estudia la variación de este “Parámetro geoquímico...”? De acuerdo a la revisión de las planillas conteniendo datos de la lectura de pozos e inspección de pozos (realizada en la visita a la Mina La Alumbra en junio de 2003) el sistema de retrobombeo nunca se detiene. No indica en que Tabla se encuentran los datos.

6.4.1.4 Estación WW13

“Es una estación de agua subterránea, ubicada aguas arriba del piletón VisVis. Los registros iniciales de Sulfato son de 223 mg/l de sulfato (febrero de 1.997). Los mismos fueron en aumento, hasta llegar al actual de 1538 mg/l registrado en febrero del 2000. Es decir que registra un aumento superior a 500 %. La consultora IATASA estima un aumento entre 300 y 350 %.” De qué manera estudia la variación de este “Parámetro geoquímico...”? No indica la Tabla donde se encuentran estos datos. En las Tablas del Anexo I no figura esta estación de monitoreo. No hace referencia a ningún gráfico.

6.4.1.5 Estación Pb16

“El valor registrado de sulfato es de 1173 mg/l en febrero de 2000. Esto indica que el frente de la pluma contaminante se encontraría aguas abajo de este punto” No hace referencia a ningún gráfico indicando la variación del SO₄ en el tiempo, no realiza ningún análisis, no considera otros factores para interpretar el comportamiento del SO₄. No indica la Tabla donde se encuentra este dato.

6.4.1.6 Estación MW7

Segundo párrafo (Pág. 77), *“Tanto esta perforación como la siguiente, se encuentran aguas abajo de la falla Atajo, transversal al sistema VisVis. Esta falla según el informe elevado por MAA (Interpretación Geológica Estructural Pozo MW7 hasta VisVis, Autor Steve Brown, Fecha 09/01/2000) tiene un buzamiento de 75° en dirección NNE, cuyo bloque levantado es el que se encuentra al sur.”* Los pozos MW7 y MW8 se ubican al norte de la Falla Atajo. No presenta un plano para ver la Falla Atajo y la ubicación de esta perforación. Esta cita no se encuentra en el Título X. Bibliografía.

Tercer párrafo (Pág. 77), *“Los valores registrados de sulfato (en este pozo), indicarían en principio que la pluma contaminante no llegaría a este punto, por cuanto los mismos variaron entre 281 mg/l (febrero de 1.997, único valor inferior a los 300 mg/l), y los 375 mg/l.”* No analiza ni interpreta las causas de la variación del SO₄. No indica la Tabla para ver estos valores. No presenta gráficos. En el Subtítulo “6.4.1.5. Estación Pb16” decía que *“...el frente de la pluma contaminante se encontraría aguas abajo de la estación Pb16”*.

Cuarto párrafo (Pág. 77), *“Podemos decir que este punto de monitoreo, no refleja la realidad del comportamiento del sistema, si consideramos el diseño de captación de la perforación.”* No explica porqué no refleja la realidad del sistema teniendo en cuenta el diseño de la perforación. No explica si la Falla Atajo mencionada en el segundo párrafo tiene alguna relación con el comportamiento del sistema. No analiza ni interpreta otros factores que pueden condicionar el comportamiento geoquímico del SO₄.

6.4.1.7 Estación MW8

Segundo párrafo (Pág. 77), *“Antes del inicio de operaciones mineras, el contenido de sulfato era de 451 y 410 mg/l en febrero y agosto de 1.997 respectivamente. En consecuencia, a efectos de un análisis estadístico, adoptamos como valor de fondo los 451 mg/l.”* No indica la Tabla para ver estos datos. No hace referencia a ningún gráfico.

Tercer párrafo (Pág. 77), *“Teniendo en cuenta este valor, hasta febrero de 1.999, los registros variaron regularmente hasta los 450 mg/l. A partir de esta fecha, tenemos que trimestralmente existe un ascenso prácticamente lineal hasta llegar a los 717 mg/l en el muestreo de febrero del año 2000. Es decir que existió en un año un aumento del 58,9 %.”* No analiza la variación de SO₄ considerando otros factores. No indica la Tabla para estos valores. No presenta un gráfico para ver la variación geoquímica entre febrero de 1999 y febrero de 2000.

Cuarto párrafo (Pág. 77), *“Esta estación está revelando una realidad ineludible, que es el avance de la pluma contaminante. Dado el diseño de la perforación, podemos decir a priori que en este sector el contaminante se desplazaría por el manto aluvional del río, pues en la estación MW7, cuyo paquete filtrante se encuentra en la filita (desde los 37.6 m en adelante), no muestra alteraciones que hagan suponer tal avance.”* El autor no analiza la variación de SO₄ teniendo en cuenta otros factores (yacimientos y manifestaciones minerales en la zona, ambiente geológico, clima, aporte de otros ríos afluentes del río Vis Vis-Amanao, Eh, pH, temperatura, datos de SO₄ aguas arriba del dique de colas, etc.). El autor se contradice cuando en el Cuarto párrafo (Pág. 77) del título 6.4.1.6 **Estación MW7** expresa: *“Podemos decir que este punto de monitoreo (Estación MW7), no refleja la realidad del comportamiento del sistema, si consideramos el diseño de captación de la perforación.”*, y en este párrafo afirma

que dicha estación “no muestra alteraciones que hagan suponer el avance de la pluma contaminante”.

6.4.1.8 Estación E1

No indica la ubicación de esta estación de muestro. *“Esta estación muestra hasta el monitoreo de agosto de 1.999 fluctuaciones entre los 550 y 413 mg/l de sulfato. No obstante, desde mayo de 1999, el crecimiento en los valores casi sigue una tendencia lineal, hasta llegar a los 660 mg/l en el monitoreo de febrero de 2000.”* No indica la Tabla para ver estos valores. No hace referencia a un gráfico para mostrar la tendencia a que hace referencia. *“...Considerando los valores medidos en los caudales, vemos que también existió aumento, que podría atribuirse al incremento en las precipitaciones estacionales.”* No indica la Tabla con los valores de caudales. No presenta un gráfico de precipitaciones. Cómo llega a esta conclusión? *“...Los valores detectados en todos los monitoreo, son superiores a los 400 mg/l establecidos por la OMS (Organización Mundial de la Salud) para consumo humano. También desde agosto de 1999, los valores superan el valor de fondo considerado de 528 mg/l.”* El autor no analiza el comportamiento y concentración de SO₄ con otros factores (yacimientos y manifestaciones minerales en la zona, ambiente geológico, clima, aporte de otros ríos afluentes del río Vis Vis-Amanao, Eh, pH, datos de SO₄ aguas arriba del dique de colas, etc.). No indica la Tabla para ver estos valores. Cómo respalda esta conclusión?

6.4.1.9 Estación E2

“Esta estación a la fecha no se manifiesta con un aumento que haga considerar el avance de la pluma contaminante. Los valores obtenidos en lo que se refiere a sulfatos, son bastante fluctuantes, y en el último monitoreo de febrero de 2000 demuestran una disminución con respecto a las anteriores lecturas, debido a que el monitoreo coincide con la época de lluvias, y siempre hay un incremento del caudal del río VisVis.” No indica la ubicación de esta estación de monitoreo. No indica si es de agua superficial o subterránea. No indica en qué Tabla se pueden ver los datos. No hace referencia a ningún gráfico que muestre el comportamiento del SO₄. No presenta un gráfico de lluvias. No presenta un gráfico que muestre la variación del caudal de agua del río Vis Vis.

6.4.1.10 Estación Las Juntas

“Desde que se comenzó a monitorear, en febrero de 1.998, como consecuencia de la inaccesibilidad hacia la estación E3, existió un leve aumento a lo que se estimó sería un valor de fondo aceptable (500 mg/l), hasta llegar a los 667 mg/l en el penúltimo monitoreo; posterior a ello (febrero 2000) existió una marcada disminución hasta llegar al valor de fondo estimado. Podemos pensar en una dilución en los distintos parámetros, como consecuencia de un aumento de caudal, que supera los 100 l/s., medido por primera vez.” El autor no considera otros factores para interpretar el comportamiento del SO₄. No indica la Tabla para ver los datos presentados. En las Tablas del Anexo I no figura esta estación de monitoreo. No presenta un gráfico que muestre la el comportamiento del SO₄.

6.4.1.11 Estación E3

“Esta estación tiene un comportamiento similar a la anterior, en cuanto a concentraciones de sulfatos y fechas en que suceden. La falta de lecturas se debe a la imposibilidad de acceder al área por el río.” Si no tiene datos no la presente. No indica la ubicación de esta estación de monitoreo.

6.4.1.12 Estación E4

Primer párrafo (Pág. 78), *“El comportamiento general es similar a las estaciones anteriores Las Juntas y E3. En este caso los contenidos de sulfatos en general son menores a las anteriores estaciones, por cuanto el punto de muestreo se encuentra aguas abajo de la confluencia del río Amanao con un aportante, el Yacochuyo, cuyo caudal es parecido al anterior, siendo los valores de sulfatos medidos en alguna ocasión levemente inferiores. En tal caso existe una ligera dilución aunque no significativa.”* No analiza ni interpreta el comportamiento del SO₄ con otros factores. No indica la ubicación de esta estación de monitoreo. No indica la Tabla que muestren los datos, si no tiene datos no la presente. No hace referencia a ningún gráfico. No presenta Tabla con caudales de los ríos.

Segundo párrafo (Pág. 78), *“Con los resultados analíticos de los muestreos obtenidos hasta febrero de 2000, y para una mejor interpretación y visualización, se presentan los siguientes cuadros y gráficos, los que son analizados a continuación.”*

“Gráfico N° 1, 2, 3: (Ver Anexo III, Pág. 179, 180, 181) Se presentan los resultados obtenidos en los distintos monitoreos, desde febrero de 1.997 a febrero de 2000, para las estaciones TLW, ERC-3, Spa, WW13, Pb16, MW7, MW8 y E1.”

- *Se puede observar en el gráfico la falta de correlación existente entre las estaciones antes y después de MW7. Por este motivo, la estación no es confiable para evaluar el avance de la pluma contaminante.*
- *La estación MW8, si registra un aumento como correlato a lo que se observa en las estaciones anteriores a MW7.*
- *La estación E1, al igual que la anterior muestra el avance de la pluma.*
- *La estación de monitoreo MW8, mantiene la tendencia de todas las curvas representadas.*
- *La estación E1, al igual que la anterior sugiere una tendencia similar a las otras estaciones de monitoreo.*
- *Los valores de la estación MW7, no tienen un comportamiento similar a lo que reflejan las otras representadas*
- *A priori, la estación MW7, en las condiciones actuales no refleja el avance de la pluma contaminante.*

En el Anexo I no se encontró una Tabla que contenga datos referidos a la Estación de Monitoreo WW13. Teniendo en cuenta la ubicación de las distintas estaciones de muestreo, el tipo de muestra (superficiales y de pozos) y la profundidad de los pozos de las estaciones Pb16, MW7 y MW8: qué puede decir del comportamiento del SO₄? Qué relación puede tener el comportamiento del SO₄ con el Eh, pH y temperatura del agua? Y con el caudal de agua de los ríos? Y con la distribución de la red de drenaje y el ambiente geológico? Qué explicación tiene para el comportamiento del SO₄ en la estación de monitoreo MW7, distinto a las otras estaciones? Por qué la estación MW7 no refleja el avance de la pluma contaminante? En el Cuarto párrafo (Pág. 77) afirmaba que la pluma contaminante no había avanzado hasta MW7.

“Gráfico N° 4: (Ver Anexo III, Pág. 182) Se representan las variaciones de sulfato entre las estaciones Pb16, MW8 y E1, sin incluir MW7, en el mismo periodo que los gráficos anteriores. Se observa:”

- *El aumento de los sulfatos, en las estaciones MW8 y E1, son concordantes con los aumentos registrados en las estaciones ubicadas aguas arriba de estas. De lo visto en el gráfico anterior, MW7 no puede tenerse en cuenta para observar el avance de la pluma contaminante.*

El autor no considera las condiciones hidrogeológicas ni el diseño de las perforaciones para estudiar e interpretar el comportamiento del SO_4 . En este gráfico se observa que el contenido de SO_4 disminuye en las estaciones de monitoreo MW8 y E1 con respecto a las estaciones ubicadas aguas arriba. Por qué son concordantes con los aumentos...?

“Gráfico N° 5: (Ver Anexo III, Pág. 183) Se representan las variaciones de sulfato en las estaciones MW7 y MW8. Podemos observar:”

- En la curva representada por MW8, se observa que desde el mes de febrero de 1.999, existe un aumento prácticamente lineal en los resultados obtenidos trimestralmente.*
- Los valores de la estación MW7, se mantienen inferiores a los 400 mg/l en todo el periodo analizado.*
- No existe concordancia entre los valores de ambas estaciones, a pesar de estar separadas por solo 65 m.*

Qué puede decir del comportamiento del SO_4 en estas estaciones teniendo en cuenta el caudal de agua de los ríos, la distribución de la red de drenaje, pH y Eh, temperatura del agua, precipitaciones y ambiente geológico? Teniendo en cuenta las características y diseño de la estación de muestreo MW7, qué explicación puede dar con respecto al comportamiento del SO_4 ? Qué explicación puede dar a la falta de concordancia de los valores de SO_4 entre las estaciones MW7 y MW8?

“Gráfico N° 6: (Ver Anexo III, Pág. 184) Se representan las variaciones de sulfato en las estaciones ERC3 y MW8. Podemos observar:”

- La curva representativa de ERC3, comienza con un aumento importante en los tenores de sulfato entre los meses de Agosto de 1.997 a febrero de 1.998, coincidente con el inicio de las operaciones mineras (deposición de colas en el dique).*
- A partir de este mes el aumento tiende a ser menor en los trimestres siguientes, hasta llegar a los valores actuales.*
- La curva que representa a MW8, tiene un comportamiento estable hasta febrero de 1.999, entre los 380 y 450 mg/l de sulfatos.*
- A partir de febrero de 1.999 existe un aumento hasta llegar a los valores medidos en febrero de 2000, de 717 mg/l.*
- El aumento que se registra a partir de febrero de 1.999, es retardado y concordante con el aumento producido en ERC3. El retardo se debe a que la estación MW8 se encuentra a 3000 m. de ERC3, y a la existencia del sistema de retrobombeo.”*

El autor no analiza el comportamiento del SO_4 en estas estaciones teniendo en cuenta el caudal de agua de los ríos, la distribución de la red de drenaje, pH y Eh, temperatura del agua, precipitaciones y ambiente geológico, etc.

“Gráfico N° 7: (Ver Anexo III, Pág. 185) Representa las variaciones entre ERC3 y MW7. Observamos:”

- Los valores medidos en la estación MW7, no son consecuentes con los obtenidos en ERC3.*
- Comparando este gráfico con el N° 6, en el que se representa ERC3 y MW8, no guardan relación alguna. Esto hace pensar que la estación MW7 no refleja la realidad del comportamiento del sistema. Es decir que la estación MW7 solo refleja una situación de acuerdo a la ubicación del paquete filtrante, no así al avance del contaminante.*

Qué explicación puede dar al comportamiento del SO_4 teniendo en cuenta las características y diseño de las estaciones de muestreo comparadas, más precisamente a la profundidad en que se encuentra el paquete filtrante en MW7? Por qué piensa el autor que la estación MW7 no refleja la realidad del comportamiento del sistema? No considera hidrogeología ni geología en las interpretaciones.

“Gráfico N° 8: (Ver Anexo III, Pág. 186) Se representan las variaciones en el periodo febrero de 1.997 a Febrero de 2000, en las estaciones Pb16 y MW7. Se observa:”

- *La estación Pb 16 registra aumento en los tenores de sulfato a partir de Noviembre de 1.997, es decir con un retardo de tres meses con respecto a la estación ERC3 representada en el gráfico anterior.*
- *La curva tiene como valores máximos, 1200 mg/l. Es decir que en el espacio del retrobombeo, entre el dique de colas y esta estación, hay una importante disminución en los tenores de sulfato.*
- *La estación MW7, no registra aumento que haga prever el avance del frente de la pluma contaminante.*
- *Según este gráfico la situación hasta el límite de pertenencia, es optimo.*

El autor no estudia, analiza ni interpreta el comportamiento del SO_4 considerando otros factores y/o parámetros físico-químicos. Tampoco considera las características y diseño de los pozos ni el sistema hidrogeológico. La estación MW7 refleja o no refleja la realidad del comportamiento del sistema?

“Gráfico N° 9: (Ver Anexo III, Pág. 187) Representa las variaciones de Pb16 y MW8, para el periodo estudiado; observamos:

- *Un aumento gradual en la estación MW8 a partir de febrero de 1.998, retardado respecto de la estación Pb16 en 15 meses.*
- *La pendiente de la curva en MW8 es menor a PB16, razonable, teniendo en cuenta que Pb16 es la última perforación de retrobombeo del sistema,*
- *En esta gráfica observamos la tendencia del sulfato en aumento, en correspondencia con PB16 (por supuesto con un retardo).*
- *Estas curva sugieren que el sistema de retrobombeo no capta la totalidad del flujo contaminante proveniente de aguas arriba.”*

El autor no analiza el comportamiento del SO_4 en estas estaciones teniendo en cuenta el caudal de agua de los ríos, distribución de la red de drenaje, pH y Eh, temperatura del agua, precipitaciones y ambiente geológico, etc.

“Gráfico N° 10: (Ver Anexo III, Pág. 188) Representa las variaciones registradas en las estaciones MW7, MW8 y E1, (MW7 y MW8 son perforaciones en el límite de la pertenencia minera) E1 es la primera estación superficial (fuera del área de mina), ubicada a unos 1200m aguas debajo de las dos anteriores. Se observa:”

- *A pesar de estar separadas MW7 y MW8 por solo 65 m, dan resultados dispares.*
- *La tendencia de MW8, es acompañada por E1 (superficial), siguiendo la pendiente positiva de los valores de sulfato.*

No explica a qué se debe la variación del contenido de SO_4 entre MW7 y MW8 a pesar de estar separadas por solo 65 m. A qué se debe que durante febrero de 1997 y febrero de 1999 el contenido de SO_4 fue mayor en E1 que en MW8, exceptuando mayo de 1998? Porqué en el mes de mayo de 1998 y desde mayo de 1999 el contenido de SO_4 es mayor en MW8 que en E1? No interpreta ni explica las observaciones.

“Gráfico N° 11: (Ver Anexo III, Pág. 189) Se representa las estaciones MW7 y MW8, y todas las estaciones superficiales hasta Amanao a lo largo del río. También se graficó una curva, que denominamos línea de base, que representa el máximo valor obtenido antes de noviembre de 1.997 (fecha aproximada de iniciación de operaciones mineras). La estación Las Juntas, se comienza a monitorear en febrero de 1.998, en tal caso no cuenta con un valor base, pero teniendo en cuenta que es casi equidistante a las E2 (VisVis) y E3 (El Descanso), se adoptó como tal valor los 500 mg/l. Podemos observar:

- El 75 % de los valores registrados, se encuentran por arriba de la curva adoptada como Línea de Base.
- La estación MW7, no registra variaciones de importancia. Se mantiene en el intervalo histórico.
- Los aumentos registrados en las estaciones MW8 y E1, son concordantes, a pesar de ser la primera subterránea y la segunda superficial.
- En el resto de las estaciones, se observan variaciones que podrían ser estacionales, y que en algunos casos están en relación inversamente proporcional a los caudales que se registran.
- Lo dicho anteriormente se ve reflejado en los resultados correspondientes a febrero de 2000, donde se puede observar que a partir de E1, existe un marcado descenso en los contenidos de sulfatos hacia aguas abajo, con un aumento importante en los caudales. A partir del gráfico N° 13 se verá esta afirmación.”

El autor no analiza el comportamiento del SO₄ en estas estaciones teniendo en cuenta el caudal de agua de los ríos, distribución de la red de drenaje, pH y Eh, temperatura del agua, precipitaciones y ambiente geológico, etc.

“Gráfico N°13, estación E1: (Ver Anexo III, Pág. 191).” El autor no considera clima entre otros factores para la interpretación del gráfico.

“Gráfico N°14, estación E2: (Ver Anexo III, Pág. 192)”. El autor no considera otros factores para la interpretación del gráfico.

“Gráfico N°15, estación Las Juntas: (Ver Anexo III, Pág. 193)” En las Tablas del Anexo I no existen datos de esta estación de monitoreo.

Metodología de trabajo insuficiente: el autor considera como único factor en la “Variación Geoquímica del SO₄” al dique de colas, haciendo abstracción o ignorando otros factores y/o parámetros físico-químicos que condicionan el comportamiento geoquímico de cationes y aniones en el medio natural. En este subtítulo, el autor no analizó ni estudió los datos consignados en las Tablas del Anexo I correspondientes a las Estaciones de Monitoreo “MW-1, MW-3, Pb-24, V-3, DCP-2, SP-2 (Sp-7), SP-6, MW-5 y Pb-11”.

6.4.2 Calcio

Tercer y cuarto párrafo (Pág. 84), *“Este elemento también fue analizado, puesto que después de julio de 1999, tiene un comportamiento similar al estroncio y el ión Sulfato, todos los elementos traza que fueron analizados se desestabilizan luego del mes de julio del año 1999.”*

El autor solamente estudió SO₄ y Ca, todos los otros elementos analizados no fueron interpretados ni estudiados.

“Todos siguen un comportamiento similar, aumentando su concentración a partir de la fecha indicada y manteniendo una pendiente positiva hasta estabilizarse a mediados del año 2001.”

El autor solamente presenta datos hasta febrero del año 2000, como lo expresa en el primer

párrafo del Subtítulo 6.4: *“Como resultado de cuatro años de monitoreo conjunto con la empresa, el que finaliza en el año 2000, en lo que se refiere al Programa de Monitoreo...”*

“En el gráfico N° 2 de la estación de monitoreo MW7, (Anexo IV, Pág. 198) vemos como el calcio realiza una serie de fluctuaciones pero sin alejarse de los valores de base (36,4 mg/l en febrero de 1997) y en Febrero de 2000, 73 mg/l, esto se debe a una razón de diseño del pozo, y ya fue analizado este comportamiento en el punto 6.4.1.6 Estación MW7. En el gráfico N° 3 de la estación de monitoreo MW8, (Anexo IV, Pág. 199) vemos un comportamiento diferente, ya que las concentraciones de Calcio aumentan con una pendiente mayor hasta alcanzar los 110 mg/l en Febrero de 2000, ambas estaciones de control están sobre el límite de la pertenencia minera.” Qué explicación tiene para la variación del comportamiento del Ca en ambas estaciones considerando pH, Eh, temperatura, características y diseño de las estaciones de monitoreo?

“En el gráfico N° 4 de la estación de monitoreo E1, (Anexo IV, Pág. 199) se encuentra fuera del área de mina y frente a la Flia. Flores, se puede ver de que manera los valores de calcio que vienen manteniendo ligeras fluctuaciones entre los 100mg/l, luego de Mayo de 1999 aumenta rápidamente hasta llegar a los 140 mg/l en Febrero de 2000, el último análisis de Noviembre de 2002, se detectan 143 mg/l, es decir que al igual que los otros elementos analizados también logra estabilizarse.” El autor solamente presenta datos hasta febrero del año 2000, como lo expresa en el primer párrafo del Subtítulo 6.4: *“Como resultado de cuatro años de monitoreo conjunto con la empresa, el que finaliza en el año 2000, en lo que se refiere al Programa de Monitoreo...”*

“Por ultimo en el gráfico N° 5 (Anexo IV, Pág. 200) se representan las estaciones de monitoreo Pb16, MW7, MW8 y E1 antes analizadas en forma individual. Es de destacar que si tomamos como referencia la estación de monitoreo E1, todos los elementos analizados tienen un comportamiento similar, es decir aumentan su concentración entre julio y agosto de 1999, para mantener una pendiente positiva hasta lograr una estabilización en marzo de 2001, es de esperar que estos valores se mantengan hasta que finalice los trabajos de explotación del yacimiento y si el sistema de retrobombeo mantiene su eficiencia actual.” El autor solamente presenta datos hasta febrero de 2000.

Metodología de trabajo insuficiente: el autor considera como único factor en la “Variación Geoquímica del Ca” al dique de colas, haciendo abstracción o ignorando otros factores y/o parámetros físico-químicos que condicionan el comportamiento geoquímico de cationes y aniones en el medio natural. No considera los sulfatos y carbonatos presentes en las vulcanitas del área. En este subtítulo, el autor no analizó ni estudió los datos consignados en las Tablas del Anexo I correspondientes a las Estaciones de Monitoreo “MW-1, MW-3, Pb-24, TLW, V-3, DCP-2, SP-2 (Sp-7), SP-a, SP-6, E-2, E-3, E-4, El Derrumbe, MW-5, Pb-11, y ERC-3”.

6.5 Isótopos y Geología

Decimocuarto párrafo (Pág. 87), *“La variación de los parámetros químicos detectados en el río VisVis, en especial el fuerte incremento producido en el mes de Julio de año 1999 y que se mantuvieron con la misma tendencia hasta mediados del 2001, logrando estabilizarse alrededor de los 780 mg/l.”* A qué parámetros químicos corresponde 780 mg/l? No cita la fuente de donde extractó la redacción de este Subtítulo. No indica Tablas ni Gráficos de referencia. El autor solamente tiene datos hasta febrero de 2000.

6.5.1 Tritio

No cita la fuente de donde extractó la redacción de este Subtítulo.

6.5.2 Azufre

No cita la fuente de donde extractó la redacción de los cuatro primeros párrafos.

Quinto párrafo (Pág. 89), *“se realiza la caracterización isotópica del azufre de muestras del Dique de Colas, Mina Activa y Escombreras para compararlas con las del río VisVis.”* Y la caracterización isotópica de Mina Activa y Escombreras? Dónde están los resultados?

Sexto, séptimo y octavo párrafos (Pág. 89), *“La razón del envío de una muestra del muro del dique es la siguiente: todo el material acumulado para levantar el muro de cierre del vaso, proviene del área de mina activa, es decir que este material ya fue seleccionado como estéril (sin valor económico) y que en gran medida se deposita en las escombreras y se construye el muro, mientras que los que tiene valor económico pasa a la planta de beneficio y los relaves se vierte al Dique de Colas.”*

“Es por ello la importancia de esta muestra (BAMD1); por otra parte los precipitados que corresponden a la muestra (BAE1), corresponde a los puntos de monitoreos fuera del área de concesión minera, son muestras superficiales sobre el río VisVis y alejadas mas de 5 Km., son precipitados de las muestras tomadas en los puntos E1 y E2 correspondiente a Los Baños y VisVis respectivamente.”

“Los resultados pueden interpretarse de la siguiente forma: significa que la signatura del sulfato que se puede movilizar con agua de la roca del Dique de Colas es exactamente la misma como se muestra en el sulfato en BAE1, esto nos indica que muy probablemente el sulfato que ahora se encuentra aguas abajo, tiene su origen en la disolución de los sulfatos (como anhidrita y yeso) en el Dique de Colas.” El autor demuestra con el estudio isotópico lo que no ha estudiado y lamentablemente obtiene una interpretación errónea. La caracterización isotópica obtenida por el autor entre la muestra BAMD1 (proveniente de la mina) y la muestra BAE1 (agua de río) refleja que el S del agua proviene de la zona mineralizada. En definitiva muestra la estrecha relación del SO₄ contenido en el agua del río Vis Vis-Amanao con el medio ambiente geológico. El rango de caracterización obtenido se corresponde con el de los granitoides y con los valores observados en los pórfidos cupríferos principales (Ohmoto and Rye, 1979).

VII. DISCUSIÓN

Evaluación de los resultados de modelaciones y comparación con resultados obtenidos de monitoreos

“1- Knight Piésold (ENVIRONMENTAL IMPACT REPORT – VOLUME II) Año 1.995.

La consultora K.P. en el Informe de Impacto Ambiental, preparado por Hydro-Geo, de Noviembre de 1.994.” Estas citas no figuran en el Título X. Bibliografía.

Primer párrafo (Pág. 91), *“Características Hidrogeológicas: Claramente se pone de manifiesto que existe un sistema de fallas NW-SE, responsable del drenaje a lo largo del río VisVis. Esta estructura es responsable de la depresión topográfica y del flujo del agua hacia el río VisVis. El agua subterránea está controlada primariamente por este sistema estructural. En el año 2000 se realiza un estudio radiométrico en el que se confirma esta*

interpretación, es claramente observable en el terreno, como así también en la imagen satelital de la Pág. N° 21, en la que se represento las vías de escurrimiento en el área de mina. En un detalle de las estructuras geológicas se puede apreciar una falla con orientación NW-SE que actúa como una pared impermeable, captando todas las filtraciones provenientes del área de mina (Norte) y las encausa hacia el río VisVis.” Dónde está el mapa o figura donde muestra el detalle de las estructuras geológicas?

Tercer párrafo (Pág. 92), *“Por el contrario podemos afirmar que la pluma contaminante se encuentra entre las estaciones de monitoreo E1 y E2, con niveles de sulfato de 717 mg/l (último control del mes de noviembre de 2002),...”* El autor presenta datos solamente hasta febrero de 2000. En qué Tabla se puede ver este valor (717 mg/l)?

“2- PJW (ACTUALIZACION DEL INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL–LIBRO 2) Año 1998.” Esta cita no figura en el Título X. Bibliografía.

“3- IATASA (ESTUDIO Y EVALUACIÓN MEDIANTE MODELO MATEMÁTICO DEL ESCURRIMIENTO SUBTERRÁNEO Y DEL CONTROL DE CONTAMINACIÓN) Diciembre 1.999.” Esta cita no figura en el Título X. Bibliografía.

Onceavo párrafo (Pág. 94), *“Las filtraciones que surgieron, no son otra cosa que lo que menciona la consultora. Técnicamente es posible decir que la filtración N° 1 (Coordenadas 3444247, 6975637) proviene del dique de colas; lo confirman los resultados de laboratorio. Contenido de sulfatos: 1939 mg/l, Contenido de Mn: 0.03 mg/l (en febrero de 2000 el contenido de sulfatos en TLW es de 2013 mg/l y 0.05 mg/l de Mn).”* En qué Tabla se pueden ver los valores consignados?

Resumen de las comparaciones de las modelaciones

Segundo párrafo (Pág. 94), *“La modelación de la geoquímica del agua del lago de la cantera, muestra valores preocupantes 1963 mg/l en Mayo de 2000.”* El autor solamente presenta datos hasta febrero de 2000. En qué Tabla se puede ver el valor consignado? No considera geoquímica del yacimiento.

Séptimo párrafo (Pág. 95), *“El efecto impermeabilizante de las colas que se depositan en el dique no cumplieron con las expectativas de un sellado en las estructuras de la base del dique. Las nuevas filtraciones y el aumento de caudal por ejemplo en V-3 permiten demostrarlo.”* El autor no estudió, analizó ni interpretó los datos de la Estación de Monitoreo V-3. En qué Tabla o gráfico se puede ver el comportamiento del caudal?

No se hacen otros comentarios en este título. El autor cuestiona trabajos realizados anteriormente.

VIII. CONCLUSIONES

❑ *“El aumento de sulfato es simplemente el primer indicador del posible transporte de contaminantes, desde las operaciones de minas hacia aguas abajo.”*

El autor no estudió ni analizó otros factores y parámetros físico-químicos que condicionan el comportamiento del SO₄ que le permitan emitir esta conclusión.

- *“Debido a la mineralogía del yacimiento se puede esperar la formación de aguas ácidas a largo plazo, el sulfato es el primer indicador de estos procesos geoquímicos de la movilización hidrológica del sistema.”*

El autor no estudió la mineralogía del área ni la química natural del agua, tampoco las características hidrogeológicas de la zona como para emitir esta conclusión. En definitiva no estudió ningún proceso geoquímico y desconoce los antecedentes de sulfato natural en las rocas del área.

- *“El análisis de los estudios efectuados y el resultado obtenido por esta investigación, han mostrado que ninguna de las modelaciones efectuadas por diferentes consultoras responden ni se aproximan a la realidad.”*

Los estudios llevados a cabo por el autor y la metodología de trabajo empleada no son suficientes para emitir esta conclusión.

- *“Ninguna de las modelaciones tuvo en cuenta un aspecto integral del área de mina (Open Pit, Escombreras y Dique de Colas).”*

El autor no consideró en su estudio el ambiente geológico, la mineralogía del área, presencia de yacimientos y manifestaciones minerales, características climáticas, hidrología, hidrogeología, parámetros físico-químicos, etc.

- *“El sistema de retrobombeo no cumplió efectivamente para lo que había sido previsto, en virtud de que por diferentes motivos, nunca llegó a operar en un 75 % del diseño original.”*

Conforme a la visita realizada a la mina en junio de 2003, revisión de planilla con rendimiento de pozos de retrobombeo y observación en terreno de los pozos, debo decir que éstos no han dejado de funcionar. Dos pozos están fuera de servicio, nuevos pozos están en funcionamiento y otros en desarrollo. No se verifica aumento de caudal que pruebe lo expresado por el autor.

- *“El efecto contaminante ya se hace sentir con el aumento constante del sulfato, en la zona de Los Baños, contrariamente a los resultados dados por las distintas modelaciones predictivas llevadas a cabo.”*

El autor no desarrolló un estudio suficiente como para afirmar que el efecto contaminante ya se hace sentir...

- *“Estas apariciones de filtraciones dentro y fuera del área de mina, muestran valores de sulfato preocupantes. (715 mg/l, setiembre 2002, y la OMS permite 400 mg/l).”*

El autor solamente presenta datos hasta febrero de 2000. No realizó un estudio responsable que le permita emitir esta opinión. Desconoce los datos históricos del contenido de SO₄ en las aguas del río Vis Vis-Amanao (Herrero D. y Herrero D., 1909 y Sussini, et al., 1941).

- *“Los valores del ión Sulfato, analizados desde el Dique de Colas (Sulfato 1.875 mg/l) y por la quebrada del río VisVis (Sulfato Estación E1 715 mg/l), tienen un correlato temporal y espacial con el emprendimiento Minero del Bajo de la Alumbreira.”*

La conclusión del autor sobre la concentración de Sulfato en el dique de colas es correcta, tiene un correlato temporo-espacial con el emprendimiento minero del bajo de La Alumbreira. Pero no realizó un estudio responsable que le permita concluir que la concentración de SO₄ en la Estación de Monitoreo E1 se correlaciona con el emprendimiento minero del bajo de La Alumbreira.

- *“Los valores de Sulfato decrecen desde la fuente (Dique de Colas, 1.875 mg/l) hacia el sur (río abajo, E1 717 mg/l el 6 de Noviembre de 2002), observando un ligero control de la pluma contaminante por el sistema de retrobombeo incorporado posteriormente al proyecto original.”*

El autor solamente presenta datos hasta febrero de 2000. En este párrafo contradice las conclusiones emitidas en párrafos anteriores.

- *“El calcio, que también es detectado en las aguas del río VisVis con valores crecientes (Estación E1, 92 mg/l valor de base a 143 mg/l el 6 de Noviembre de 2002), acompañando el comportamiento del ión sulfato, también muestra una correspondencia temporal y espacial con el emprendimiento minero.”*

El autor solamente presenta datos hasta febrero de 2000. El autor no utilizó una metodología de trabajo apropiada que le permita conocer el comportamiento de aniones y cationes en el medio natural y emitir esta conclusión.

- *“El estroncio detectado en las aguas del río VisVis que aumenta su concentración (Estación E1, 1,9 mg/l el 24 de Agosto de 1997 a 2,6 mg/l el 6 de Noviembre de 2002), también acompaña en su comportamiento al ión Sulfato y Calcio, demostrando que el mismo se encuentra contenido en la cal que se incorpora al proceso (Ver resultados de análisis de laboratorio comparativo entre la empresa proveedora, cal que ingresa al proceso y valores detectado en el río VisVis).”*

Cómo concluye sobre el comportamiento del Sr si en todo el trabajo no estudió este elemento? El autor solamente presenta datos hasta febrero de 2000. En qué Tabla se pueden ver los valores de Sr indicados? Cómo concluye que el Sr acompaña al SO_4 y al Ca si no lo estudió? En qué Tabla se puede ver el contenido de Sr en la cal? Qué puede decir del Sr detectado en las perforaciones de La Alumbraera (Tabla 2, Pág. 30), presente también en los sedimentos de drenaje del distrito YMAD?

- *“La caracterización isotópica del Azufre, (**BAND1** 8,2 ‰ $\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$) del área de mina se corresponde con los precipitados del ión sulfato de las estaciones E1 y E2. (**BAE1** 8,1 ‰ $\delta^{34}\text{S}_{(\text{SO}_4)}$).”*

Esto demuestra la estrecha relación existente entre el SO_4 presente en el agua del río Vis Vis-Amanao y el ambiente geológico. Lamentablemente el autor no consideró en su estudio el ambiente geológico, entre otras cosas, y emite consideraciones y conclusiones erróneas.

- *“Los estudios radiométricos para determinar estructuras, identifican un sistema de fallas sobre el emplazamiento del dique de colas, todas confluyen hacia la quebrada del río VisVis, algunas son de carácter regional, en especial la que se pierde hacia el campo de Andalgalá (Ver imagen Satelital), son profundas y representan una vía de escurrimiento adecuado para la salida de los solubles del Dique de Colas.”*

El autor no estudió las estructuras geológicas y el sistema hidrogeológico del área.

- *“Existe una clara conexión hidráulica con el río VisVis. Y será ésta la vía de escurrimiento de los solubles de área de mina.”*

Lo fue siempre y lo seguirá siendo debido a procesos naturales.

- *“El estudio hidrogeológico de la cuenca Vis-Vis, en combinación con los datos geoquímicos (e.g.Sr) como isotópicos ($\delta^{34}\text{S}_{(\text{SO}_4)}$) indican que el aumento del sulfato en el*

agua, aguas abajo del dique de colas esta asociado con la actividad minera (disolución de sulfatos primarios como yeso, anhidrita y oxidación de sulfuros).”

El autor no estudió el comportamiento del Sr, por lo tanto es errónea esta conclusión. La conclusión emitida por el autor sobre el comportamiento del SO₄ y la caracterización isotópica es correcta: La concentración de SO₄ en el agua del río Vis Vis-Amanao está relacionado con el ambiente geológico. Pero, como el autor no consideró el ambiente geológico (entre otros factores) en su estudio, obtiene interpretaciones y conclusiones erróneas al asociar la concentración de SO₄ con la actividad minera de La Alumbreira.

IX. RECOMENDACIONES

• *“Plan de contingencia para el caso de un fallo en el muro del Dique de Colas. Ya que se encuentra en un área de sismicidad dos.”* El autor no estudió en todo el trabajo la sismicidad del área. No presenta evidencias de la peligrosidad a que se refiere.

• *“Como no hay posibilidad de sellar las filtraciones del Dique de Colas, el DAM (Drenaje Ácido de Mina) bajará por el río VisVis hasta diluirse en las aguas subterráneas del Campo de Andalgalá, por lo tanto habrá que construir una planta que trate las aguas ácidas a perpetuidad (probablemente en la Localidad de los Baños) o hasta que la fuente contaminante haya drenado todo su potencial. Habrá que determinar con que recursos.”*

Los estudios y gestiones ambientales llevadas a cabo por Minera Alumbreira Ltd. (AGE, 2002), indican que lo expresado por el autor no ocurrirá. No prueba la ocurrencia de DAM y no presenta estudios que recomienden tratamiento de aguas ácidas.

X. BIBLIOGRAFÍA

En el listado bibliográfico se encuentran citas que no son referidas en el texto; y en el texto se encuentran citas que no figuran en el listado bibliográfico.

Algunas citas del listado bibliográfico no tienen consignada la fecha de publicación, y en otras no se indica el N° de páginas del trabajo.

Müller & Forrestal (1999) y Clark & Sasso (1999) son los únicos trabajos de la lista bibliográfica que tienen relación con la zona donde el Lic. Nieva realizó la Tesis de Magíster.

ANEXO I

“ESTACIONES DE MONITOREO: CA-1, Subterránea; CMW-1, Subterránea; CMW-2, Subterránea; CMW-3, Subterránea; CMW-4, Subterránea; CMW-5A, Subterránea; CP-1, Subterránea; PZ-1, Pozo cavado; PZ-2, Pozo cavado; PZ-3, Pozo cavado; PZ-4, Pozo cavado; RIO L.C., Superficial; RIO L.N., Superficial; RIO S.M, Superficial” Todas estas Tablas con el membrete “SECRETARÍA DEL ESTADO DEL AMBIENTE – SUBSECRETARÍA DE RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN AMBIENTAL – Programa de Monitoreo de Aguas Subterráneas y Superficiales a MAA” no tienen numeración para su referencia en el texto. El período de monitoreo comprende desde el mes de agosto de 1997 a noviembre de 2000 y solamente registran datos de los parámetros de campo, ningún dato de laboratorio.

AREA DE MINA, DIQUE DE COLAS y RIO VIS VIS

“ESTACIONES DE MONITOREO: MW-1, Superficial; MW-3, Superficial; MW-5, Perforación; Pb-11, Perforación; Pb-16, Perforación; Pb-24, Superficial; TLW, Superficial; V-3, Superficial; DCP-2, Superficial; SP-2 (Sp-7), Superficial; SP-2 (Sp-7), Superficial; SP-a, Superficial; Sp-6, Superficial; ERC-3, Perforación; MW-7, Perforación; MW-7, Perforación; MW-8, Perforación; MW-8, Perforación; E-1, Superficial; E-2, Superficial; E-3, Superficial; E-4, Superficial; El Derrumbe, Superficial” Todas estas Tablas con el membrete “SECRETARÍA DEL ESTADO DEL AMBIENTE – SUBSECRETARÍA DE RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN AMBIENTAL – Programa de Monitoreo de Aguas Subterráneas y Superficiales a MAA” no tienen numeración para su referencia en el texto y los datos consignados corresponden a los realizados por distintas empresas (CGS, CERIDE, OSCa, MAA, CNEA, CEA, Chemis.). Se registran datos de los parámetros de campo y laboratorio y en algunas Tablas se verifican espacios en blanco (sin datos). El período de monitoreo comprende desde el mes de agosto de 1995 a mayo de 2001.

Los parámetros de campo incluyen: Nivel Estático (m), pH, Temperatura, Conductividad, Caudal (l/s).

Los parámetros de laboratorio incluyen: pH, Conductividad, Alc. (mg/l CO₃Ca), Dureza (mg/l CO₃Ca), Sól. Disueltos (mg/l), Sól. Suspend. (mg/l), SO₄²⁻ (μg/l), Cl (μg/l), CO₃²⁻ (mg/l), HCO₃⁻ (mg/l), NO₃⁻ (μg/l), NO₂⁻ (μg/l), F (μg/l), NH₄⁺ (μg/l), Ca (μg/l), Mg (μg/l), Na (μg/l), K (μg/l), Fe (μg/l), Mn (μg/l), Cu (μg/l), Zn (μg/l), Cd (μg/l), Hg (μg/l), Co (μg/l), Ni (μg/l), Cr (μg/l), Pb (μg/l), Al (μg/l), Ba (μg/l), Sr (μg/l), Li (μg/l).

ANEXO II

En este Anexo se adjunta una Tabla con datos de calidad de agua del río Vis Vis-Amanao realizados por Knight Piesold (8/92) y Environment S.A. (2/93). Una Tabla con el membrete “ESTUDIO DE BASE REALIZADO POR LA SECRETARIA DE ESTADO DEL AMBIENTE” de las estaciones de monitoreo E1, E2 y E3, desde septiembre de 1995 a febrero de 1997; varios parámetros de laboratorio tienen casilleros en blanco.

A continuación, desde la página 159 se presentan gráficos de concentración del elemento Sr (desde el Gráfico N° 1 al Gráfico N° 13 inclusive), correspondientes a las estaciones de monitoreo Tlw, Erc3, Spa, Pb16, Sp6, Mw7, Mw8, E1 (Los Baños), E2 (Vis Vis), Las Juntas, E3 (El Descanso), El Derrumbe, E4 (Amanao), respectivamente.

El Gráfico N° 14 presenta concentraciones comparativas entre SO₄ y Sr, los datos corresponden a la Estación de Monitoreo E1 (Los Baños).

Los Gráficos N° 15 y N° 16 presentan la concentración de Sr en las distintas estaciones de monitoreo. El Gráfico N° 17 presenta la concentración de Sr en la estación de monitoreo E1, la curva es distinta a la del Gráfico N° 8: E1 (Los Baños).

El Gráfico N° 18 presenta concentraciones comparativas entre SO₄ y Sr, los datos corresponden a la Estación de Monitoreo E1.

En las Tablas del Anexo I se utilizan comas para separar decimales y puntos para unidades de mil. En cambio en las Tablas del Anexo II se utilizan puntos para separar decimales y comas

para separar unidades de mil; esto implica dificultad en la lectura y comparación de datos entre ambos anexos.

Para qué se agregan los gráficos de Sr en este anexo si en el texto no se hace referencia a ellos (no han sido analizados ni estudiados)?

ANEXO III

En este anexo se incluye la Tabla N° 20-2 conteniendo datos del balance ácido-base para las muestras individuales de roca estériles. No indica a qué yacimiento pertenece dicha Tabla.

Se incluyen además gráficos de concentración de SO₄ de las estaciones de monitoreo.

ANEXO IV

Se incluye en este anexo una Tabla con las determinaciones de Ca en las estaciones de monitoreo, analizados en Laboratorio CNEA, contratado por la SEA. No se indican las unidades de medidas de los datos consignados en esta Tabla.

A continuación se agregan gráficos de concentración de Ca de las estaciones de monitoreo Pb16, MW7, MW8 y E1. Los valores de Ca están expresados en mg/l.