

Recibido: 10 / 10 / 2008, aceptado en versión final: 9 / 11 / 2008

Estudio de los metales pesados en el relave abandonado de Ticapampa

Study of the weighed metals in the abandoned tailing of Ticapampa

Alfonso A. Romero¹, Silvana L. Flores², Rosa Medina¹

RESUMEN

Este estudio hace referencia a los metales pesados presentes en la relavera de Ticapampa, la cual es un residuo sólido minero, resultado de operaciones de tratamiento de beneficio metalúrgico por flotación, que constituye un importante pasivo ambiental, que se encuentra alterando produciendo impacto negativo, debido a la contaminación del medio natural de la cuenca del río Santa.

Es en ese sentido, que se realizó un análisis geoquímico de 14 puntos de muestreo, destacándose, principalmente, tres puntos de muestreo (P190, P192, P197), los cuales, según análisis geoquímico, son los más críticos, puesto que contienen mayor presencia y contenido de metales pesados.

Palabras clave: Relave minero, metales pesados, análisis geoquímico, flotación, lixiviación por cianuración.

ABSTRACT

This study tell us about the presence of the heavy metals in the mining tailing of Ticapampa, which it is a mining solid waste, result of operations of treatment of metallurgy benefit by flotation, that is consider as an important environmental passive which produces an important negative impact such as: The Pollution of Environment of The river Santa.

On the other hand, this study makes an geochemistry analysis of 14 points of sampling, between the most important are three points of sampling (P190, P192, P197), which are considered the most critical by geochemistry analysis because they contain major presence and amount of heavy metals.

Keywords: Mining tailing, heavy metals, geochemistry analysis, flotation,

I. INTRODUCCIÓN

La cuencas del país, en donde la actividad minera por sí misma afecta áreas relativamente pequeñas, pero pueden tener gran impacto local sobre el ambiente, puesto que la liberación de metales de los lugares mineros ocurre, principalmente, a través de drenaje

ácido de mina y erosión de desechos en pilas y depósitos de relaves. Cuando estos depósitos contienen sulfuros (pirita) y hay acceso de oxígeno, se obtienen resultados de drenaje ácido de mina (DAM). Dependiendo de la naturaleza de los desechos de rocas y depósitos de relaves, este DAM contendrá elevados niveles de metales pesados.

1 Docentes de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
E- mail: aromerob@unmsm.edu.pe

2 Egresada de la maestría de Metalurgia de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Los drenajes ácidos de mina, por lo general, contienen elevados contenidos de sulfato y metales disueltos, tales como el cobre, y en algunos casos van acompañados de una gran cantidad de sólidos en suspensión. Como se sabe, estas concentraciones son nocivas para la actividad biológica puesto que contaminan los cauces de los ríos, además su control y tratamiento constituye un costo adicional a la operacional minera. Asimismo, esta problemática puede persistir durante décadas e incluso cientos de años, por que una vez finalizado el ciclo productivo de la mina, constituye una de las principales fuentes de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas en el mundo (Aduvire, 2006).

Como consecuencia de la generación de drenajes de mina, en la actualidad, en nuestro país existen muchos efluentes metalúrgicos provenientes de plantas concentradoras y algunas labores mineras abandonadas, que están alterando el medio natural y produciendo impactos ambientales negativos, lo cual constituye un pasivo ambiental minero, producto de la extracción de minerales sulfurados como la galena, blenda, pirita argentífera, etc., que se encuentran en cantidades considerables.

Como se sabe, muchos pasivos ambientales se generaron en el pasado, puesto que en la época de extracción de minerales, no existían leyes y normas ambientales vigentes que se encargaran de regularlos. Sin embargo, a pesar de ello, en la actualidad, estos pasivos ambientales no son controlados de manera adecuada debido al propio desinterés por parte de organismos reguladores y debido a la falta de conocimiento, experiencia y manejo de tecnologías que hagan reaprovechables dichos pasivos.

Es en ese sentido, que se produce la contaminación del medio físico, tal como: la contaminación del agua y del suelo.

La contaminación del agua por parte de los efluentes de drenaje ácido de mina se da cuando estos drenajes alcanzan ríos, dando lugar a una amplia dispersión de los metales ambos en solución y (después la adsorción) en la forma particulada es posible.

La contaminación del suelo se da dependiendo de la eficiencia del reciclado de metales, donde los metales, inicialmente liberados por las actividades mineras, terminen un número de años en varios compartimentos de la capa superficial de la Tierra. Cuando ellos han sido liberados a través de la atmósfera o en los canales, ellos terminan como contaminantes difusos en suelos y sedimentos.

Es por toda la contaminación del medio físico que rodea al entorno donde se realizan las actividades minero-metalúrgicas, es que se promulgan y reglamentan las normas ambientales vigentes, tales

como: La Ley General de Aguas (D.S. 17552) y la Resolución Ministerial N.º 011-96-EM/VNM del Ministerio de Energía y Minas, donde se establecen los niveles máximos permisibles de los efluentes líquidos generados por la actividad minera (Calzado L. Mem. 1997).

Por lo afirmado anteriormente, es que se realiza el estudio de metales pesados en el relave abandonado de Ticapampa, con la participación de docentes y estudiantes de postgrado, de la Escuela de Ingeniería de Minas y Metalúrgica de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, el cual se llevó a cabo durante los años 2006, 2007 y 2008, con la finalidad de determinar un estudio del comportamiento de los metales pesados presentes en el relave abandonado de Ticapampa, de carácter geoquímico.

II. IMPORTANCIA

Estos pasivos ambientales fueron originados por actividades minero-metalúrgicas sin una normativa ambiental que regule estas operaciones. Es en ese sentido que en la actualidad existe la norma ambiental vigente denominada Ley General de Aguas (D.S. 17552), la cual exige que las compañías mineras inviertan en tecnologías de limpieza que supongan el tratamiento de efluentes minero-metalúrgicos y su remediación en depuradoras convencionales basados en procesos químicos. Es por ello que el costo de inversión en tecnologías limpias y de limpieza, sólo se puede asumir mientras las instalaciones se encuentran en operación y la mina se encuentre en actividad.

Sin embargo, en la actualidad existen muchos pasivos ambientales, los cuales son la consecuencia del impacto ambiental negativo dejado por las minas en abandono (sin un plan de cierre) y por las actividades minero-metalúrgicas realizadas en el pasado, las cuales se caracterizan por la permanente contaminación del medio físico (agua y suelo), donde no existía compañía minera responsable de aplicar tecnologías de limpieza mediante sistemas de bajo costo y de fácil operación y mantenimiento que involucren el tratamiento de remediación de drenaje ácido de mina y la mitigación de la contaminación de las aguas y el suelo, que permitieran dar solución al tratamiento de aguas ácidas, provenientes de los efluentes generados por las minas en abandono y las actividades minero-metalúrgicas, que son la principal fuente de contaminación de las aguas de cuencas de los ríos, siendo éste el principal factor que afecte la calidad de vida de la población que vive en los alrededores de Ticapampa.

Es en ese sentido, que se hace necesario realizar el "Estudio de metales pesados en el relave abandonado de Ticapampa", como un diagnóstico geoquímico del

relave de Ticapampa, que permita ver los niveles de concentración de los diferentes metales pesados, principales generadores de aguas ácidas en la cuenca de los ríos, tal como el río Santa, lo cual constituye una gran problemática ambiental de los pasivos ambientales, que producen la contaminación de las aguas de los ríos.

Este estudio, asimismo, determinó la calidad de aguas de la cuenca media y baja de la cuenca del río Santa, para predecir la generación de aguas ácidas provenientes de la interacción de las reacciones químicas existentes entre los sulfuros metálicos y el oxígeno y el agua del ambiente.

Asimismo, se determinó los parámetros de neutralización y fijación de los metales pesados presentes en el relave polimetálico de flotación de Ticapampa, para ello se recurrió a técnicas de fijación del relave, basadas en el empleo del cemento y la cal, el cual es un procedimiento que se desarrolló en base a la formulación de una hipótesis que refiere principalmente a la estabilidad de los metales pesados frente a condiciones extremas de intemperismo ambiental.

Es en ese sentido, que se propone una alternativa de solución frente a la problemática del relave abandonado de Ticapampa, el cual constituye un pasivo ambiental; esta alternativa hace referencia a un tratamiento de remediación de los drenajes ácidos de las escorrentías de la relavera, puesto que es generado por las operaciones de beneficio Metalúrgico.

Por otra parte, con este estudio se buscó dar valor agregado al relave; de tal manera, que se le sometió a pruebas de cianuración por empozamiento, con la finalidad de determinar la presencia de oro libre, así como determinar su recuperación.

III. PARÁMETROS

Establecer alternativas viables de control de contaminantes por metales pesados del medio físico afectado por el pasivo ambiental, que constituye el relave minero abandonado de Ticapampa; lo cual dará origen a un nuevo método de fijación de los metales pesados en residuos de tratamiento de minerales sulfurados por flotación.

IV. METODOLOGÍA

Datos de campo

- Recopilación de información de estudios anteriores.
- Programa de actividades de campo y conformación de equipos de trabajo.
- Preparación de reactivos.

Etapa de campo

- Reconocimiento del terreno.
- Levantamiento topográfico con GPS.
- Diseño de muestreo in situ.
- Toma de muestras de relave y agua superficial.
- Selección de muestras.

Etapa de poscampo

- Análisis de muestras.
- Cálculo de los resultados.
- Análisis de la información.
- Identificación de fuentes críticas de puntos de relave.
- Elaboración del informe semestral.
- Elaboración del informe final.

V. ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación y acceso

El área de estudio corresponde al distrito minero de Ticapampa, que se encuentra ubicado en el departamento Áncash, provincia de Recuay y Aija.

El depósito de relaves Alianza es el lugar de estudio, se encuentra cerca del pueblo de Ticapampa y es uno de los más grandes en extensión en esta zona; tiene una longitud aproximada de 750 m, una altura máxima de 15 m y una inclinación de 25° en promedio.

Muestreo

La cancha de relaves presenta varios desniveles a lo largo de su extensión y ha sido depositada en forma paralela al río Santa, en su margen izquierda. Una quebrada de 5 a 10 m de ancho la intercepta y descarga sus aguas al río Santa. El diseño de la toma de muestras se efectúa en la zona donde se encuentra el relave minero, que procede del mismo lugar, teniendo en cuenta que el depósito tiene una extensión aproximada de 750 m x 120 m con una altura de 15 m, haciendo un total de 1`350,000 m³ de volumen, al cual si aplicamos una densidad de 3T/m³, estimamos la existencia de 4 millones de toneladas de residuo sólido minero en todo el depósito de Ticapampa.

Por la extensión del relave a muestrear se consideró una malla imaginaria de 50 x 10 m, logrando sacar muestras representativas de los rectángulos imaginarios en una cantidad de 40 kilos, el mismo que se trasladó a la ciudad de Lima, para su respectivo estudio.

Se estudió el depósito de relaves de Ticapampa, proveniente de la mina Hércules de la Cía. minera Alianza. El muestreo de jales consistió en la obtención de muestras compuestas, para lo cual se realizó excavaciones de 1m x 1m x 2m.



Figura N.º 1. Respuesta espectral de la pinta.

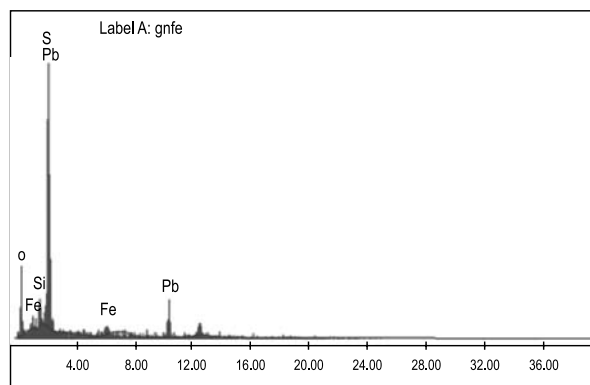


Figura N.º 2. Vista norte del relave.

VI. RESULTADOS

Imagen espectral

Se observa el sulfuro de plomo, la galena rodeada de estructuras de silicio que se aprecia como una especie de cuarzo que está rodeando al metal pesado, este análisis se hizo para malla es +150 para ambas fotos (ver figura N.º 1).

VII. DISCUSIÓN

La existencia del pasivo ambiental minero abandonado de Ticapampa, ubicado en los alrededores de la cuenca del río Santa, involucra una serie de problemas, entre los cuales destacan:

En la determinación de la mineralogía de muestras de relaves por Difracción de Rayos X (DRX), se observa que el relave está asociado con grandes cantidades de sulfuros metálicos, tales como: galena y pirita, los cuales son los principales sulfuros generadores de las aguas ácidas (ver tabla N.º 1).

En la caracterización textural, mineralógica y química de las muestras de suelos y relaves por difracción de

rayos X, se determinó que el relave está íntimamente asociado al cuarzo, el cual está en alto contenido superior al 80%, lo cual a su vez permitirá encapsular a los metales pesados presentes en el relave (ver figura N.º 2).

VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los elementos encontrados en el análisis geoquímico del relave de Ticapampa, se puede deducir que la mineralogía trabajada en la zona corresponde a yacimientos polimetálicos de Cu-Pb-Zn, asociados con Au-Ag, formado dentro de un medio volcánico epitermal de baja temperatura. Los elementos Hg y Sb son elementos volátiles.

La asociación mineralógica del relave con el silicio (superior a 80%), permitirá la encapsulación de los metales pesados, de este modo se remedia el relave, puesto que esta encapsulación natural determinará la mitigación de la generación de aguas ácidas que contaminen la cuenca del río Santa.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Aduvire. Oswaldo (2006). *Tratamiento drenaje ácido de mina*. Madrid: Edición UPM.
- [2] Calzado P. Luis (1997). Caracterización y categorización de los problemas ambientales de la minería en el Perú. Primer Simposio Nacional de Medio Ambiente y Seguridad Minera - Colegio de Ingenieros del Perú.
- [3] MEM Website, <http://www.minem.gob.pe>
- [4] Ministerio de Energía y Minas (1998). *Protocolo de monitoreo de calidad de efluentes líquidos para el sector minero metalúrgico*. Lima.

Tabla N.º 1. Mineralogía del relave.

Mineral	Fórmula	%
Cuarzo	SiO ₂	80.82
Muscovita	KAl ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂	5.15
Jarosita	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	4.11
Yeso	CaSO ₄ ·2H ₂ O	3.45
Diáspora	AlOOH	2.79
Paligorskita	(Mg,Al) ₅ (Si,Al) ₈ O ₂₀ (OH) ₂ ·8H ₂ O	1.75
Clorita	(Mg,Al) ₆ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈	1.21
Anhidrita	CaSO ₄	0.71