

“Recuperación de Minerales Oxidados Polimetálicos complejos con Tecnología limpia en la Planta Concentradora de Mesapata-Cátac”

Recovery of Complex Polimetals Oxidized Minerals with Clean Technology in Mesapata's Concentrated Plant – Cátac

Julián Pérez Falcón ¹

RESUMEN

El mineral de la Cía. Minera Toma La Mano S.A. que se procesa en la Planta Concentradora de Mesapata – Cátac, tiene comportamientos metalúrgicos muy complejos, debido a que el mineral es oxidado y polimetálico. Esto genera calidad y recuperaciones bajas, además contaminación ambiental en el área de tratamiento metalúrgico, por tanto los costos de tratamiento y los ambientales también son muy altos.

Las pruebas metalúrgicas y el uso adecuado de los reactivos de flotación han determinado que la Recuperación de Minerales Oxidados Polimetálicos Complejos con Tecnología Limpia en la Planta Concentradora de Mesapata-Cátac, permitirá reducir los reactivos de flotación, la modificación y dosificación en molienda ($ZnSO_4$ y A-404); en el acondicionador del circuito de plomo: complejo ($ZnSO_4:CNNa$ en relación de 2:1 equivalente a **0.02 Kg/TM de NaCN**); A-404 y quebracho-A, el cual no genera iones de cianuro total en exceso, ya que en la actualidad llega a más de 0.146 mg/l CN⁻; en el circuito de zinc: se adicionará (A-404) a fin de evitar el excesivo consumo actual del ($CuSO_4$).

Para una adecuada recuperación de los minerales complejos oxidados de Pb-Ag y Zn, de la Cía. Minera Toma La Mano debe establecerse los parámetros y la dosificación óptima obtenida en la prueba metalúrgica N° 04 (tablas 7 y 8), en la cual se llega a leyes de (Pb= 62.11%; Ag= 359.450 Oz/TC; Zn= 63.32%); las recuperaciones son (Pb= 80.02%; Ag= 84.76%; Zn= 86.29%) así mismo permite reducir hasta en 36.25 % los costos de reactivos, esto es de \$/TMS 5.49 a \$/TMS= 3,50 (tablas 9 y 10).

Palabras clave: recuperación, minerales oxidados, polimetálicos complejos, tecnología limpia.

ABSTRACT

The mineral of the Mining Company “Toma La Mano S.A” that is processed in Mesapata's very complex because the mineral is oxidized and polymetallic. This generates low quality and recuperations, besides the environmental pollution in the area of Metallurgical Treatment, so the costs of treatment and environmental also very high.

The Metallurgical tests and the appropriate use of the reactive it has been determined that the Recovery of Complex Polimetals Oxidized Minerals with Clean Technology in Mesapata's Concentrated Plant - Catac. Will allow to reduce the flotation reactivities the modification and titration in milling ($ZnSO_4$) and A-404); in

¹Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. julian_perez6@yahoo.es

to the conditioner of the circuit of the Pb., complex ($ZnSO_4$; CNNa in relation to 2:1 equivalent to 0.02 Kg/TM of NaCN); A-404 and quebracho-A which doesn't generate cyanide ions total in excess because at present it arrives more than 0.146 mg/l CN in to the circuit of Zn., we will add (A-404) in order to avoid the excessive current consumption of ($CuSO_4$).

For an adequate recovery of the complex oxidized minerals of Pb-Ag and Zn, of the Mining Company "Toma La Mano" must be established the parameters and the optimum dosification gotten in the metallurgical test N° 4, chart 7 and 8 in which it arrives to laws (Pb=62.11 %; Ag=359.450 Oz/TC; Zn=63.32 %) the recoveries (Pb=780.02 %; Ag=84.76 %; Zn=86.29 %) it lets to reduce until 36.25 % the reactivos costs this is of \$/TMS 5.49 in \$/TMS=3.50 (chart 9 and 10).

KEY WORD. recovery, oxidized minerals, complex polimetalic, clean technology.

INTRODUCCIÓN

La Cía. Minera Toma la Mano viene explotando minerales complejos (oxidados) de Pb-Ag y Zn, lo cual está generando problemas metalúrgicos por consumo excesivo de algunos reactivos químicos que son dañinos para la salud y el ecosistema; la producción de lamas de carbón en los concentrados, afecta pérdidas económicas y la contaminación del ambiente por la manipulación diaria. Por tal razón se necesita mejorar el proceso de tratamiento, la dosificación de los reactivos, modificar el circuito de flotación e identificar los aspectos ambientales significativos (Cía. Minera Toma La Mano. 2006).

El objetivo general es recuperar los minerales oxidados polimetálicos complejos con Tecnología Limpia de la Cía. Minera Toma La Mano en la Planta Concentradora de Mesapata – Cátac, **eliminando algunos reactivos nocivos al medio ambiente, sustituir y reducir a otros por reactivos orgánicos, a fin de minimizar** la Contaminación Ambiental, mediante la ejecución de pruebas metalúrgicas.

La hipótesis de la investigación es el procesamiento de minerales oxidados polimetálicos complejos con Tecnología Limpia de la Cía. Minera Toma La Mano, mejorará la recuperación, calidad del concentrado, reducción de costos y disminuirá la contaminación ambiental en la Planta concentradora de Mesapata – Cátac.

La molienda es la operación unitaria que efectúa la etapa final de reducción de tamaño de las partículas valiosas del mineral, desde una dimensión máxima de alimentación que va desde 9,000 a 10,000 micrones (3/8 pulgada), hasta un producto límite cuyo tamaño varía de 35 a 200 mallas (420 a 74

micrones), el tamaño óptimo de liberación se determina usualmente mediante consideraciones técnicas, económicas y la recuperación de valores a menor costo (Currie, John. 1975).

La flotación de minerales depende de aquellas propiedades de los minerales que les permite adherirse a burbujas de aire y ser llevados a la superficie de la pulpa, mediante la adición de colectores para activar el mineral valioso y la actuación de los modificadores para deprimir la ganga y otros, mediante las condiciones fisico-químicas y la presencia del oxígeno disuelto en agua (Astucuri T., Venancio. 1994).

Las mejoras en Calidad y Recuperación de Plomo Circuito Naturalmente Flotable en la Cía. Minera San Ignacio de Morococha S.A., llegó a la siguiente conclusión:

- Encontraron un reactivo orgánico depresor de la galena (ACD Reagents) que reemplace al bicromato de sodio, contribuyendo al cuidado del medio ambiente y la salud de sus trabajadores.
 - Mediante la instalación y puesta en marcha del circuito de separación NF/Pb fue posible mejorar la calidad de concentrado de plomo hasta alcanzar los niveles de comercialización exigidos (**Chonta Vargas, Fabio y García Ramos, Daniel. 2004**).
1. La actividad depresora en flotación de sulfuros varía dependiendo del tipo de Quebracho, siendo el S el de menor actividad, mientras que los extractos A y O reportan mayor depresión a menores dosificaciones, siendo el Quebracho O de menor costo. En el caso de depresión de compuestos naturalmente flotables como carbón y flotación de sulfuros, el Quebracho S

reporta mayor actividad por su efecto depresor sobre los primeros. En caso de requerir flotación de compuestos flotables naturalmente como talco, carbón y grafito, la selección deberá estar dirigida a Quebracho O ó A dependiendo del pH.

2. En la limpieza de los concentrados de zinc tanto directa como en la flotación inversa, los quebrachos también encuentran aplicación dependiendo del pH y de las condiciones superficiales de los minerales tratados, particularmente de la pirita en la que preferentemente la superficie requiere estar no oxidada para efectiva depresión (Zegarra Wuest, Juan. 2006).

La metalurgia de los minerales oxidados está íntimamente ligada a los antecedentes geológicos de la mena y a su estado de oxidación, esta última crea problemas no solo de disminución de recuperaciones, sino también interfiere en otros aspectos tal como la activación de la esfalerita por los iones de metales pesados, particularmente de cobre (Sutulov, Alexander. 1968).

La Tecnología Limpia no produce efectos secundarios o transformaciones al equilibrio ambiental o a los sistemas naturales (ecosistemas) y se puede lograr utilizando los equipos, herramientas y materiales que nos brinda la modernidad, sumada a un diseño experimental que involucre todos los problemas y soluciones óptimas en la recuperación, calidad de productos, reducción de costos en el tratamiento de minerales complejos (óxidos) de Pb-Ag y Zn y tener "un impacto significativo" para luchar contra el cambio climático, la contaminación ambiental y la seguridad del hombre, como prevé el Protocolo de Kyoto (Tecnología Limpia dentro de una Empresa. 2000).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las máquinas, equipos y materiales utilizados se detallan a continuación:

Una chancadora de quijada Denver de 5" x 6" para triturar los minerales; un pulverizador de disco Denver de 16" x 6" para reducir la granulometría del mineral; un rot-up Tyler Mod. 5K4258; un molino de bolas de 1 Kg. para la molienda del mineral; una Balanza Ohaus de 2 kg Modelo digital; un cedazo vibratorio Denver con mallas de 1/2" - m10 para separar la granulometría del mineral; dos celdas de

flotación Denver de 1000 gr Mod. Instrumentado-controlado para realizar la flotación de plomo y zinc; una estufa eléctrica de secado de muestras (hechiza); una balanza Ohaus digital de 250 /0,001 g. para pesar minerales y reactivos; una probeta de 1 lt. de capacidad para medir agua y adicionarla al molino de bolas; jeringas de diferentes medidas (para manipular los reactivos); 4 vasos pírrex de 250 ml.; 2 lunas de reloj medianos; un potenciómetro digital; 6 fuentes de porcelana para secar las muestras de mineral y concentrados; 2 espátulas para manipular las muestras; 2 brochas para limpieza de concentrados.

Muestra de mineral polimetálico complejo; reactivos (colectores, reguladores, espumantes, etc.) según tabla 01.

La investigación realizada fue exploratoria y experimental, toda vez que se aplicó los conocimientos en la solución del problema de recuperación del Pb-Ag y Zn de los minerales complejos (oxidados) de la Cía., Minera Toma La Mano en la Planta Concentradora de Mesapata-Cátac, experimentando la eliminación de algunos reactivos y reduciendo otros, en el periodo de Enero a Julio del 2006. Se inició la búsqueda de información actualizada sobre minerales oxidados de plomo (cerusita) y grafito (carbón), posteriormente el método de flotación, diagramas de flujo y factores que afectan el proceso de flotación de minerales oxidados.

RESULTADO

Determinación de la Muestra.

La muestra se tomó de un lote de 2250 TM., de mineral depositado en la cancha de gruesos de la Planta Concentradora, por el método de malla e incremento en cada punto, llegando a establecer aproximadamente 60 Kg., posteriormente se llegó a chancar a malla - ¼", se homogenizó y redujo por método de cuarteo sucesivo hasta obtener aproximadamente 30 kgs.; en seguida se procedió a pulverizar toda la muestra a malla -10 para ejecutar las diferentes pruebas metalúrgicas.

Condiciones de Operación de la Prueba Metalúrgica Convencional

En la prueba metalúrgica convencional en el circuito de plomo se utilizó mayor cantidad de colectores, depresores de zinc (sulfato de zinc, cianuro y bisulfito de sodio), regulador de pH (hidróxido de

sodio), llegando a obtener productos y recuperaciones de baja calidad por la presencia de lamas de carbón en el concentrado de plomo y en el circuito de zinc mayor consumo de sulfato de cobre y colectores, contaminando al medio ambiente y trabajadores de la cancha de concentrados y alcanzando un costo de \$/TMS 6.16.

a. Ejecución de Pruebas Metalúrgicas con Aplicación de Tecnología Limpia.

La selección y aplicación de las técnicas de la flotación de los minerales oxidados de Pb-Ag y Zn aplicando una tecnología limpia fue obtener buena calidad de productos a menores costos, además la reducción de la contaminación ambiental en el procesamiento de los minerales, con la modificación de puntos de adición de los reactivos determinados en las pruebas metalúrgicas exploratorias.

b. Mejora del Proceso con Tecnología Limpia.

Los Aspectos Ambientales Significativos a ser mitigados en la Planta Concentradora Mesapata-Cátac son:

Generación de polvo en la Planta Concentradora. Es producido por la trituración del mineral, además causa ciertas lesiones en la vista, fosas nasales, y el medio ambiente; es necesario mitigar con la aspersión de polvo de agua en época de verano.

Equipos y líneas de alimentación de reactivos precarios. Es necesario establecer todas las líneas de alimentación y los depósitos de reactivos con un sistema de control automático y rotulación correspondiente.

Mala manipulación de productos químicos (derrames). Se debe capacitar permanentemente al personal a fin de conscientizarlo para que no derramen o manipulen temerariamente los reactivos de flotación.

Excesivo consumo de reactivos de flotación. El personal involucrado en los procesos metalúrgicos debe saber optimizar y practicar la mejora continua en el uso adecuado y la dosificación de los reactivos de flotación.

Deficiente manipuleo de concentrados. Establecer un sistema de descarga y carguío de concentrados bajo ciertos lineamientos de optimización, seguridad y cuidado del medio ambiente.

DISCUSIÓN

Estos resultados de valorización por campañas indican que las campañas N° 06 y 07 se realizaron sin modificación de los reactivos, mientras que la campaña N° 08 fue proyectada según la prueba metalúrgica N° 04 (Tabla 6) determinada con Tecnología Limpia, con los criterios establecidos durante la investigación llevada a cabo en el laboratorio de la Planta Concentradora Mesapata-Cátac; se ahorra \$ 2178.00 por la misma cantidad y característica del mineral tratado, beneficiando así al productor minero (Tabla 15).

CONCLUSIONES

1. El procesamiento de minerales oxidados poli metálicos complejos con Tecnología Limpia en la Planta Concentradora de Mesapata-Cátac permitirá:
 - * Mejorar la calidad de productos: Pb = 62.11%, Ag = 359.45 Oz/TC, Zn = 63.32%
 - * Reducir el costo de reactivos de: \$ 5.49 a \$ 3.50 (36.25 %)
 - * Disminuir la Contaminación Ambiental bajando el cianuro de 0.146 a 0.011 mg/1CN.
 - * El plomo total se reduce de 6.30 a 2.71 mg/l Pb.
 - * El plomo disuelto baja de 4,060 a 1,060 mg/l Pb.
 - * Los reactivos a utilizarse son: ZnSO₄; A-404; complejo (ZnSO₄:CNa); Z-11; A- 404; Quebracho A; 3418-A; F-70; cal; CuSO₄; Z-6; y D-250.
2. La tecnología limpia es una alternativa para la recuperación de los minerales complejos oxidados de Pb-Ag y Zn, los cuales alcanzarán (Pb= 80.02%; Ag= 84.76%; Zn= 86.29%).
3. Los aspectos ambientales significativos determinados requieren ser mitigados de inmediato.
4. Está demostrado que la recuperación de los minerales oxidados con la aplicación de tecnología limpia es óptima, además la reducción de los reactivos dañinos (cianuro y bisulfito de sodio), evita la contaminación del medio ambiente.

AGRADECIMIENTO.

Debo expresar mis agradecimientos al Rector de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de

Mayolo” Dr. Fernando Castillo Picón; al Director de la **Escuela de Post-Grado - Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la “Universidad Nacional Mayor de San Marcos”** y a la Cía. Minera Toma la Mano S.A., por haberme brindado las facilidades del caso, así como a todos los que de una forma u otra apoyaron la cristalización del trabajo de Investigación en mención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Astucuri T., Venancio. 1994. Introducción a la Flotación de Minerales. Lima: G y R Editores.
 Azañero Ortiz, Ángel y Otros. 2002. Flotación de Minerales Oxidados de Plomo. Lima: Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica- UNMSM.
 Centro de Sanidad Ambiental. 1996. La Contaminación del aire. Lima.
 Chonta Vargas, Fabio y García Ramos, Daniel. 2004. Mejoras en Calidad y Recuperación de Plomo-Circuito Naturalmente Flotable. Cía. Morococha-Junín.
 Cía. Minera Toma La Mano. 2006. Reportes de Tratamientos de Minerales de Cía. Minera Toma La Mano Planta Concentradora de Mesapata. Cátac.

Currie, John. 1975. Operaciones Unitarias en Procesamiento de Minerales.
 CYANAMID. 1988. Manual de Productos Químicos para Minería. México.
 Hurlbut J. R, Cornelius S. 1980. Manual de Mineralogía de Dana. España: Editorial Reverte S.A.
 Laboratorio de la UNASAM. 2007. Reporte de Monitoreo de Calidad del Agua y Aire. Huaraz.
 León Gálvez, José Vidal. 2004. Reactivos de Flotación de Minerales Oxidados y no Metálicos. Lima.
 Mina Toma La Mano. Resumen Ejecutivo del EIA. Ancash.
 Mular, Andrés L. 1985. Diseño de Plantas de Proceso de Minerales. Madrid: Rocas y Minerales.
 P.W. Foster, P.W. 1975. Introducción a la Ciencia Ambiental. Buenos Aires: ELATENEO.
 Sutulov, Alexander. 1968. Flotación de Minerales. Concepción- Chile. Instituto de Investigaciones Tecnológicas.
 Tecnología Limpia dentro de una Empresa – 2000.
 Univ. Nac. Santiago Antúnez de Mávalo. 2000. Estudio de Impacto Ambiental de la Planta Concentradora de Minerales Mesapata. Huaraz.
 Zegarra Wuest, Juan. 2006. Mecanismos de Flotación Selectiva en Sulfuros Quebracho Como Depresor. Lima.

ANEXOS

FOTOGRAFÍAS Y TABLAS.



Figura 1. Toma de Muestra en La Cancha de Minerales



Figura 2. Planta Concentradora de Mesapata.

Tabla 1. Consumo de Reactivos Prueba Metalúrgica Convencional.

REACTIVOS	CONSUMO (Kg/TM)	COSTO (\$/Kg)	COSTO TOTAL (\$)
ZnSO4	0.48	0.83	0.40
CNNa	0.03	2.38	0.07
MIBC	0.03	5.24	0.13
D-250	0.03	4.17	0.11
CuSO4	0.71	2.38	1.69
NaOH	0.06	0.67	0.04
Z-11	0.16	2.74	0.44
Z-6	0.13	2.98	0.39
NaHSO3	0.20	0.56	0.11
F-70	0.15	5.95	0.89
D-250	0.14	4.17	0.58
NaS2	0.01	1.20	0.01
3418-A	0.09	13.69	1.23
S-6697	0.01	4.52	0.02
CAL	0.60	0.08	0.05
COSTO \$/TMS:			6.16

Tabla 2. Prueba Metalúrgica Convencional – Inicial.

PRODUCTOS	PESOS		LEYES			RECUPERACIÓN (%)			RATIO
	Gr.	% PESO	Oz/TC(Ag)	% Pb	%Zn	Ag	Pb	Zn	
ABEZA	1000.00	100.00	34.860	6.38	8.68	100.00	100.00	100.00	
ONC. Pb.	54.20	5.42	282.100	55.30	5.44	43.86	46.98	3.40	18.45
IED. CONC. Pb.	28.80	2.88	188.300	32.10	13.20	15.56	14.49	4.38	
ONC. Zn.	89.40	8.94	12.500	2.89	51.15	3.21	4.05	52.68	11.19
IED. CONC. Zn.	27.50	2.75	38.450	4.55	26.40	3.03	1.96	8.36	
AMAS.	49.20	4.92	12.100	2.58	2.43	1.71	1.99	1.38	
ELAVE GRAL.	750.90	75.09	4.650	1.12	0.98	10.02	13.18	8.48	
ABEZA CALC.	1000.00		29.735	5.27	6.83	77.38	82.65	78.68	



Figura 3. Pruebas Metalúrgicas con Tecnología Limpia



Figura 4. Concentrados de Pb-Ag y Zn Obtenidos con Tecnología Limpia

Tabla 3. Balance Metalúrgico Prueba Experimental N° 01.

PRODUCTOS	PESOS		LEYES			RECUPERACIÓN (%)			RATIO
	Gr.	% PESO	Oz/TC(Ag)	% Pb	%Zn	Ag	Pb	Zn	
CABEZA	1000.00	100.00	34.860	6.38	8.68	100.00	100.00	100.00	
CONC. Pb.	71.30	7.13	378.930	70.09	4.26	77.50	78.33	3.50	14.03
MED. CONC. Pb.	8.10	0.81	215.760	24.46	10.66	5.01	3.11	0.90	
CONC. Zn.	118.70	11.87	10.820	1.89	61.13	3.68	3.52	82.60	8.42
MED. CONC. Zn.	26.70	2.67	32.450	3.55	22.88	2.49	1.49	7.04	
LAMAS.	41.50	4.15	7.860	1.66	1.14	0.94	1.08	0.55	
RELAVE GRAL. CABEZA	733.70	73.37	2.620	0.65	0.64	5.51	7.48	5.41	
CALCU.	1000.00		36.558	6.06	8.77	95.14	94.99	100.00	

Tabla 4. Consumo de Reactivos Prueba Experimental N° 01.

REACTIVOS	CONSUMO (Kg/TM)	COSTO (S/Kg)	COSTO TOTAL (S)
D-2	0.10	2.90	0.29
Complejo(Zn:CN)	0.26	1.61	0.42
A-242	0.00	5.24	0.00
ZnSO4	0.40	0.83	0.33
CND	0.00	3.50	0.00
NaOH	0.10	0.67	0.07
CuSO4	1.00	2.38	2.38
NaHSO3	0.20	0.56	0.11
Z-11	0.02	2.74	0.05
Z-6	0.04	2.98	0.12
D-250	0.14	4.17	0.58
F-70	0.15	5.95	0.89
QUEBRACHO	0.00	0.40	0.00
3418-A	0.00	13.69	0.00
A-404	0.02	3.57	0.07
CAL	2.30	0.08	0.17
COSTO S/TMS:			5.49

Tabla 5. Costo de Depresores y Activadores Prueba Experimental N° 01

N°	PUNTO DE PRUEB.	REACTIVO	COSTO TOTAL (\$/TMS)
	MOLIENDA		
		ZnSO4	0.33
1	FLOTACIÓN PLOMO	NaHSO3	0.11
		COMPLEJO	0.27
		NaOH	0.06
	pH = 6.60		
	FLOTACIÓN ZINC	CAL	0.18
		CuSO4	2.38
	pH = 11,0		
	TOTAL (\$/TMS)		3.33

Tabla 6. Balance Metalúrgico Prueba Experimental N° 04

PRODUCTOS	PESOS		LEYES			RECUPERACIÓN (%)			RATIO
	Gr.	% PESO	Oz/TC(Ag)	% Pb	%Zn	Ag	Pb	Zn	
CABEZA	1000.00	100.00	34.860	6.38	8.68	100.00	100.00	100.00	
CONC. Pb.	82.20	8.22	359.450	62.11	3.08	84.76	80.02	2.07	12.17
MED. CONC. Pb.	33.10	3.31	27.590	5.78	3.80	2.62	3.00	1.45	
CONC. Zn.	125.10	12.51	9.310	1.85	63.32	3.34	3.63	86.29	7.99
MED. CONC. Zn.	22.80	2.28	58.340	4.87	25.61	3.82	1.74	5.92	
RELAVE GRAL.	755.80	75.58	2.530	0.98	0.49	5.47	11.61	4.27	
CABEZA CALC	1019.00		38.435	6.38	9.25	100.00	100.00	100.00	

Tabla 7. Consumo de Reactivos Prueba Experimental N° 04.

REACTIVOS	CONSUMO (Kg/TM)	COSTO (\$/Kg)	COSTO TOTAL (\$)
D-2	0.00	2.90	0.00
Complejo(Zn:CN)	0.02	1.61	0.03
A-242	0.00	5.24	0.00
ZnSO4	0.40	0.83	0.33
CND	0.00	3.50	0.00
NaOH	0.00	0.67	0.00
CuSO4	0.70	2.38	1.67
NaHSO3	0.00	0.56	0.00
Z-11	0.01	2.74	0.03
Z-6	0.02	2.98	0.07
D-250	0.05	4.17	0.21
F-70	0.07	5.95	0.42
QUEBRACHO	0.01	0.40	0.01
3418-A	0.03	13.69	0.34
A-404	0.06	3.57	0.21
CAL	2.50	0.08	0.18
COSTO S/TMS:			3.50

Tabla 8. Costo de Depresores y Activadores Prueba Experimental N° 04.

N° PRUEB.	PUNTO DE ADICION	REACTIVO	COSTO TOTAL (\$/TMS)
4	MOLIENDA	ZnSO ₄	0.33
	FLOTACIÓN PLOMO	COMPLEJO QUEBR "A".	0.03
			0.01
	pH = 6,50	CAL	0.18
	FLOTACIÓN ZINC	CuSO ₄	2.14
	pH = 11,0		
TOTAL (\$/TMS)			2.69

Tabla 9. Resumen del Consumo de Reactivos de las Pruebas Metalúrgicas Experimentales.

N° PRUEBA METALÚRGICA	COSTO DE DEPRESORES Y ACTIVADORES (\$/TMS)	COSTO TOTAL (\$/TMS)
1	3.33	5,49
2	2.04	3.9
3	2.39	4,24
4	2.69	3.50
5	1.85	3,42
DIFERENCIA DE (1 - 4) COSTO (\$ TMS)	0.64	2

Tabla 10. Resumen de Resultados de las Pruebas Metalúrgicas Experimentales.

Nº.PRU.	PRODUCTOS	LEYES			RECUPERACIONES			RATIO	REACTIVO \$/TMS
		Oz/TC(Ag)	% Pb	%Zn	Ag	Pb	Zn		
1	CABEZA	34.860	6,38	8,68	100,00	100,00	100,00		
	CONC. Pb.	378,930	70,09	4,26	77,50	78,33	3,50	14,03	
	MEDIO PLOMO	215,760	24,46	10,66	5,01	3,11	0,99		
	CONC. Zn.	10,820	1,89	61,13	3,68	3,52	83,60	8,42	5,49
	MEDIO ZINC	32,450	3,55	22,88	2,49	1,49	7,04		
	LAMAS.	7,860	1,66	1,14	0,94	1,08	0,55		
	RELAVE GRAL.	2,620	0,65	0,64	5,51	7,48	5,41		
2	CONC. Pb.	252,050	46,44	5,26	79,97	80,51	26,70	9,04	
	CONC. Zn.	11,660	1,94	54,07	4,59	4,17	85,53	7,28	3,90
	LAMAS.	12,390	1,85	2,25	0,67	0,55	0,49		
	RELAVE GRAL.	2,920	0,78	0,54	6,14	8,97	4,56		
3	CONC. Pb.	359,160	68,53	2,27	80,57	84,00	2,05	12,79	
	MEDIO PLOMO	51,100	6,97	7,21	3,28	2,45	1,86		
	CONC. Zn.	10,170	1,86	61,80	3,59	3,59	87,57	8,13	4,24
	MEDIO ZINC	48,430	6,03	17,62	3,54	2,41	5,18		
	LAMAS								
	CARBÓN.	8,540	2,31	1,13	0,38	0,53	0,19		
RELAVE GRAL.	3,270	0,92	0,69	7,02	10,24	5,69			
4	CONC. Pb.	359,450	62,11	3,08	81,25	76,71	2,80	12,69	
	MEDIO PLOMO	27,590	5,78	3,80	2,10	2,40	1,16		
	CONC. Zn.	9,310	1,85	63,32	3,23	3,51	88,27	8,26	3,50
	MEDIO ZINC	58,340	4,87	25,61	2,95	1,34	5,19		
	RELAVE GRAL.	2,530	0,98	0,49	5,49	11,61	4,20		
5	CONC. Pb.	405,550	65,82	1,53	71,31	63,24	1,08	16,31	
	MEDIO PLOMO	126,930	23,06	8,45	5,46	5,24	1,46		
	CONC. Zn.	11,430	1,86	62,31	3,85	3,42	84,20	8,53	3,42
	MEDIO ZINC	68,090	6,05	27,32	4,18	2,03	6,74		
	LAMAS								
	CARBÓN.	10,620	0,70	1,24	0,62	0,22	0,29		
RELAVE GRAL.	4,370	0,87	0,41	9,59	10,43	3,61			

Tabla 11. Balance Metalúrgico Acumulado de la Campaña Normal

PRODUCTOS	PESOS		LEYES			DISTRIBUCIÓN (%)			
	TMS	% PESO	Oz/TC(Ag)	% Pb	%Zn	Ag	Pb	Zn	RATIO
CABEZA	2137,310	100,00	35,63	8,91	7,96	100,00	100,00	100,00	
CONC. Ag-Pb.	329,808	15,43	215,19	53,68	3,84	93,23	92,97	7,44	6,48
CONC. Zn.	312,404	14,62	9,94	1,99	48,49	4,08	3,26	89,04	6,84
RELAVE GEN.	1495,098	69,95	1,37	0,48	0,40	2,69	3,77	3,52	
CAB. CALCU.		100,00	39,26	8,91	7,96	100,00	100,00	100,00	

Tabla 12. Valorización de Productos de la Campaña N° 07.

CONC. PLOMO				CONC. ZINC						
As %	Zn %	Sb %	Bi %	As %	Sb %	Fe %	Hg ppm	Cd %	SiO3 %	
2,2	8	1,5	0,3	1,8	0,3	8	20	0,3	6	
Au onz/TM				PRECIOS						
0,1				Ag	Pb	Zn	Au			
				\$	\$	\$	\$			
				/onz/TM	/TM	/TM	onz/tm			
				12,5	1200	3400	654			

VALORIZACIÓN DEL CONC. DE PLOMO

Pb	577,752	
Ag	2537,56875	
Au	0	
TOTAL	3115,32	
DEDUCCIONES		
Maquila	220,00	
Ref. Ag	81,20	
Ref. Au	0,00	
Ref. Pb	0	
CASTIGOS:		
As	47,5	
Sb	30	
Bi	0	
Zn	0	
total	378,70	

TOTAL LIQUIDACIÓN

2736,62

VALOR DE CABEZA POR Pb.

422,39

VALOR DE CABEZA POR Zn

141,82467

TOTAL VALOR DE CABEZA

564,21

VALORIZACIÓN DEL CONC. ZINC

ZN	1170,161	
Ag	68,575	
Total	1238,736	
DEDUCCIONES		
Maquila	220,00	
ref. Ag	2,19	
ref. Zn	0,00	
CASTIGOS		
As	37,5	
Sb	0	
Hg	0	
SiO ₃	8,75	
Fe	0	
Total	268,44	

TOTAL LIQUIDACIÓN

970,29

Tabla 13. Balance de Prueba Metalúrgica Proyectada con Tecnología Limpia (Campaña N° 08).

PRODUCTOS	PESOS		LEYES			DISTRIBUCIÓN (%)			
	TMS	% PESO	Oz/TC(Ag)	% Pb	% Zn	Ag	Pb	Zn	RATIO
CABEZA	2137,310	100,00	34,86	6,38	8,68	100,00	100,00	100,00	
CONC. Ag-Pb.	184,946	8,65	359,45	62,11	3,08	90,75	84,24	3,07	11,56
CONC. Zn.	270,978	12,68	9,31	1,85	63,32	3,44	3,68	92,49	7,89
RELAVE GEN.	1681,386	78,67	2,53	0,98	0,49	5,81	12,08	4,44	
CAB. CALCU.		100,00	37,78	6,38	8,68	100,00	100,00	100,00	

Tabla 14. Valorización de los Productos Según Prueba Metalúrgica Proyectada.

CONC. PLOMO				CONC. ZINC						
As %	Zn %	Sb %	Bi %	As %	Sb %	Fe %	Hg ppm	Cd %	SiO3 %	
2,2	8	1,5	0,3	1,8	0,3	8	20	0,3	6	
Au onz/TM				PRECIOS						
0,1				Ag \$ /onz/TM	Pb \$ /TM	Zn \$ / TM	Au \$ onz/tm			
				12,5	1200	3400	654			

VALORIZACIÓN DEL CONC. DE PLOMO

Pb	673,854	
TOTAL LIQUIDACIÓN		4490,99
Ag	4250,65625	
Au	0	
TOTAL	4924,51	
DEDUCCIONES		
Maquila	220,00	388,66
Ref. Ag	136,02	
VALOR DE CABEZA POR Zn		
Ref. Au	0,00	
Ref. Pb	0	176,728183
CASTIGOS:		
As	47,5	
Sb	30	
Bi	0	
Zn	0	
total	433,52	565,39

VALORIZACIÓN DEL CONC. ZINC

Zn	1598,748	
TOTAL LIQUIDACIÓN		1393,92
Ag	63,45625	
Total	1662,20425	
DEDUCCIONES		
Maquila	220,00	
ref. Ag	2,03	
ref. Zn	0,00	
CASTIGOS		
As	37,5	
Sb	0	
Hg	0	
SiO ₃	8,75	
Fe	0	
Total	268,28	

Tabla 15. Resumen de Valorizaciones de Campañas.

CAMPAÑA	VAL. CON. PLOMO (\$)	VAL. CON. ZINC (\$)	VALORIZACIÓN TOTAL(\$)
6	2107,83	982,06	3089,89
7	2736,62	970,29	3706,91
Uso de tecnología limpia (8)	4490,99	1393,92	5884,91
DIFERENCIA = CAM (8) – CAMP 7 (\$)			2178,00