

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA METALURGICA



EVALUACION TECNICO ECONOMICA EN LA
RECUPERACION Y SEPARACION DE MINERALES DE
COBRE Y MOLIBDENO

INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO METALURGISTA

PRESENTADO POR:
RAUL SUAREZ ARUHUANCA

LIMA – PERU

2011

DEDICATORIA

A mis padres y amigos por su gran ayuda y apoyo al plasmar el presente trabajo.

RESUMEN

El presente informe de suficiencia comprende la evaluación técnico económico en la recuperación y separación de minerales de cobre y molibdeno el cual está dividido en cinco capítulos. En el primer capítulo se da a conocer el objetivo general y la justificación del mismo; en el segundo capítulo se realiza la descripción del proyecto, la preparación mecánica y caracterización de la muestra; en el tercer capítulo se desarrollan las pruebas de conminución y flotación con el fin de optimizar los parámetros grado de molienda, pH y dosificación de reactivos; en el cuarto capítulo se realiza la obtención y separación de concentrado bulk de cobre y molibdeno a fin de obtener concentrados con ley recuperación económica; en el quinto capítulo se desarrolla la evaluación económica y la valorización de los concentrados de cobre y molibdeno; finalmente se termina el informe con conclusiones respecto al tema así como se mencionan las fuentes y bibliografía consultada y los anexos relacionados a cada capítulo.

INDICE

	Página
Introducción	6
CAPITULO I: CONSIDERACIONES GENERALES	
1.1 Objetivo general	8
1.2 Objetivos específicos.	8
1.3 Justificación	8
CAPITULO II: DESCRIPCION DEL PROYECTO, PREPARACION MECANICA Y CARACTERIZACION	
2.1. Descripción del yacimiento.	10
2.2. Preparación mecánica	14
2.3. Gravedad específica del mineral de cabeza, concentrado y relave	17
2.4. Mallas valoradas del mineral de cabeza, concentrado y relave	21
2.5. Microscopia del mineral de cabeza y concentrado	31
CAPITULO III: PRUEBAS DE CONMINUCION Y FLOTACION	
3.1. Determinación del Work Index	41
3.2. Pruebas de moliendabilidad	45
3.3. Pruebas de flotación	47
3.3.1 Primer grupo de pruebas.	48
3.3.2 Segundo grupo de pruebas	55

3.3.3	Tercer grupo de pruebas	60
3.4.	Conclusiones parciales de flotación	64
3.5.	Dosificación y consumo de reactivos proyectado.	66
3.6.	Pruebas cíclicas de flotación	66
3.6.1	Pruebas cíclicas test en circuito cerrado.	67
3.6.2	Pruebas cíclicas test en circuito abierto.	68
3.6.3	Balance metalúrgico	70
3.6.4	Pruebas de optimización	73
3.6.5	Resultados y evaluación de variables	78

CAPITULO IV: SEPARACION Y OBTENCION DE CONCENTRADOS DE COBRE Y MOLIBDENO

4.1.	Obtención del concentrado bulk de Cu - Mo.	83
4.2.	Esquema de separación de cobre y molibdeno	83
4.3.	Balance metalúrgico.	84
4.4.	Pruebas complementarias	85
4.5.	Esquema general del proceso proyectado	87

CAPITULO V: EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO

5.1.	Valorización de concentrado Bulk	93
5.2.	Valorización de concentrado de cobre.	93
5.3.	Valorización del concentrado de molibdeno.	94
5.4.	Valorización del mineral	94

CONCLUSIONES	96
BIBLIOGRAFIA	99
ANEXOS	
ANEXO I.- Análisis mineralógico del mineral de cabeza	102
ANEXO II.- Análisis mineralógico del concentrado	104
ANEXO III.- Pruebas del primer grupo	106
ANEXO IV.- Pruebas del segundo grupo	117
ANEXO V.- Pruebas del tercer grupo	124

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 2.1: Reservas y recursos del proyecto Pukaqaqa al cierre del 2009	10
Tabla N° 2.2: Gravedad especifica en muestras de cores	18
Tabla N° 2.3: Gravedad especifica de mineral de cabeza por método de la fiola	19
Tabla N° 2.4: Gravedad especifica de concentrado por método del picnómetro	19
Tabla N° 2.5: Gravedad especifica del relave por el método del picnómetro	20
Tabla N° 2.6: Análisis de mallas del mineral de cabeza	21
Tabla N° 2.7: Mallas valoradas para Cu y CuOx del mineral de cabeza	22
Tabla N° 2.8: Mallas valoradas para Mo y Fe del mineral de cabeza	23
Tabla N° 2.9: Análisis de mallas del concentrado	24
Tabla N° 2.10.- Mallas valoradas para Cu y CuOx del concentrado	26
Tabla N° 2.11: Mallas valoradas para el Mo y Fe del concentrado	27
Tabla N° 2.12: Análisis de mallas del relave	28
Tabla N° 2.13: Mallas valoradas para Cu y CuOx del relave	29
Tabla N° 2.14: Mallas valoradas para Mo y Fe del relave	30
Tabla N° 2.15: Minerales libres y asociados a malla 100.	33
Tabla N° 2.16: Minerales libres y asociados a malla 200.	34
Tabla N° 2.17: Minerales libres y asociados a malla 325.	35
Tabla N° 2.18: Grado de liberación por mallas del mineral de cabeza	36
Tabla N° 2.19: Minerales libres y asociados a malla 100.	37
Tabla N° 2.20: Minerales libres y asociados a malla 200.	38
Tabla N° 2.21: Minerales libres y asociados a malla 325.	39
Tabla N° 2.22: Grado de liberación por mallas del concentrado.	40

Tabla N° 3.1.- Moliendabilidad para el work index molino de bolas.	42
Tabla N° 3.2.- Moliendabilidad para el work index molino de barras.	44
Tabla N° 3.3.- Producto a los 5 minutos de molienda.	45
Tabla N° 3.4.- Producto a los 10 minutos de molienda.	45
Tabla N° 3.5.- Producto a los 15 minutos de molienda.	46
Tabla N° 3.6.- Producto a los 20 minutos de molienda.	46
Tabla N° 3.7: Primer grupo de pruebas.	48
Tabla N° 3.8: Condiciones de flotación rougher para pruebas de 1 al 10.	50
Tabla N° 3.9: Condiciones de flotación rougher-cleaner para pruebas de 11 al 15	50
Tabla N° 3.10: Reactivos y condiciones de cinética de flotación Rougher.	51
Tabla N° 3.11: Descripción de reactivos.	53
Tabla N° 3.12: Consumo de reactivos y recuperación.	54
Tabla N° 3.13: Segundo grupo de pruebas.	55
Tabla N° 3.14: Reactivos y condiciones de cinéticas de flotación	57
Tabla N° 3.15: Condiciones de flotación Rougher.	57
Tabla N° 3.16. Tercer grupo de pruebas.	61
Tabla N° 3.17: Condiciones de molienda y flotación Rougher.	62
Tabla N° 3.18: Condiciones de flotación Rougher y Cleaners	62
Tabla N° 3.19: Consumo proyectado de reactivos	66
Tabla N° 3.20: Consumo de reactivos del test cíclico circuito cerrado	69
Tabla N° 3.21: Consumo de reactivos del test cíclico circuito abierto	69
Tabla N° 3.22: Balance metalúrgico del test cíclico en circuito cerrado	70
Tabla N° 3.23: Balance metalúrgico del test cíclico en circuito abierto	71
Tabla N° 3.24. Efecto de la carga circulante en pruebas cíclicas de flotación.	71

Tabla N° 3.25: Consumo de reactivos del test cíclico N° 1	73
Tabla N° 3.26: Consumo de reactivos del test cíclico N° 2	73
Tabla N° 3.27: Consumo de reactivos del test cíclico N° 3	74
Tabla N° 3.28: Consumo de reactivos del test cíclico N° 4	74
Tabla N° 3.29: Balance metalúrgico cíclico N° 1	75
Tabla N° 3.30: Balance metalúrgico cíclico N° 2	75
Tabla N° 3.31: Balance metalúrgico cíclico N° 3	76
Tabla N° 3.32: Balance metalúrgico cíclico N° 4	76
Tabla N° 3.33: Efecto de carga circulante en pruebas cíclicas de optimización.	77
Tabla N° 3.34: Consumo de reactivos y tabla resumen	78
Tabla N° 4.1: Balance metalúrgico del test separación N° 1	84
Tabla N° 4.2: Balance metalúrgico del test separación N° 2	84
Tabla N° 4.3: Balance metalúrgico del test separación N° 3	86
Tabla N° 4.4: Balance metalúrgico del test separación N° 4	86
Tabla N° 5.1: Balance metalúrgico del test separación N° 3	90
Tabla N° 5.2: Balance metalúrgico del test separación proyectado	92

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 2.1: Principales prospectos y proyectos avanzados y en evaluación pertenecientes al grupo Milpo	13
Figura N° 2.2: Flowsheet del esquema general del proceso de preparación mecánica, pruebas y ensayos realizados.	15
Figura N° 2.3: Determinación del ángulo de reposo	17
Figura N° 2.4: Esquema grafico del F(80) del mineral de cabeza	21
Figura N° 2.5: Ley y distribución de Cu y CuOx por mallas mineral de cabeza	23
Figura N° 2.6: Ley y distribución de Mo y Fe por mallas mineral de cabeza	24
Figura N° 2.7: Esquema grafico del P(80) del concentrado	25
Figura N° 2.8: Ley y distribución de Cu y CuOx por mallas del concentrado.	26
Figura N° 2.9: Ley y distribución de Mo y Fe por mallas del concentrado.	27
Figura N° 2.10: Esquema grafico del P(80) del relave.	28
Figura N° 2.11: Ley y distribución de Cu por mallas del relave.	29
Figura N° 2.12: Ley y distribución de CuOx por mallas del relave.	30
Figura N° 2.13: Ley y distribución de Mo por mallas del relave.	30
Figura N° 2.14: Ley y distribución de Fe por mallas del relave.	31
Figura N° 2.15: Principales tipos de ínter crecimientos.	32
Figura N° 2.16: Grado de liberación por especies en la malla +100m	33
Figura N° 2.17: Grado de liberación por especies en la malla +200m	34
Figura N° 2.18: Grado de liberación por especies en la malla +325m	35
Figura N° 2.19: Grado de liberación por especies en la malla +100m	37
Figura N° 2.20: Grado de liberación por especies en la malla +200m	38

Figura N° 2.21: Grado de liberación por especies en la malla +325m	39
Figura N° 3.1: Calculo del F(80) del alimento y P(80) del producto	41
Figura N° 3.2: Análisis de mallas del alimento y producto final	43
Figura N° 3.3: Curvas de moliendabilidad y P80 a 4 tiempos.	47
Figura N° 3.4: Esquema general de pruebas de flotación del 1 al 10.	49
Figura N° 3.5: Esquema general de la prueba de flotación N° 11.	49
Figura N° 3.6: Esquema general de pruebas de flotación del N° 12 al N° 15.	50
Figura N° 3.7: Esquema de la recuperación versus el grado de molienda	51
Figura N° 3.8: Esquema de recuperación versus el pH	52
Figura N° 3.9: Recuperación rougher de Cu y CuOx en función a la ley de Cu.	54
Figura N° 3.10: Esquema general para test de flotación cinética.	56
Figura N° 3.11: Esquema general para test de flotación rougher.	56
Figura N° 3.12: Recuperación rougher en función a la ley de Cu.	57
Figura N° 3.13: Recuperación rougher por elementos vs. Recuperación de Cu.	58
Figura N° 3.14: Recuperación rougher de Mo en función a la ley de Mo.	58
Figura N° 3.15: Recuperación rougher por elementos vs recuperación de Mo.	58
Figura N° 3.16: Esquema general test de flotación del tercer grupo de pruebas.	61
Figura N° 3.17: Recuperación rougher por elementos vs Recuperación de Cu.	63
Figura N° 3.18: Recuperación rougher vs Ley de Mo.	63
Figura N° 3.19: Recuperación rougher por elementos vs. Recuperación de Mo.	63
Figura N° 3.20: Esquema general de las pruebas cíclicas en circuito cerrado.	67
Figura N° 3.21: Esquema simulado de las pruebas cíclicas en circuito cerrado.	67
Figura N° 3.22: Esquema general de las pruebas cíclicas en circuito abierto.	68
Figura N° 3.23: Esquema simulado de las pruebas cíclicas en circuito abierto.	68

Figura N° 3.24: Recuperación versus ley de cobre en el concentrado.	78
Figura N° 3.25: Recuperación versus ley de molibdeno en el concentrado.	78
Figura N° 3.26: Consumo de reactivos versus ley de cobre en el concentrado.	79
Figura N° 3.27: Consumo de reactivos versus recuperación de cobre.	80
Figura N° 3.28: Distribución Rougher por elementos vs distribución de oro.	81
Figura N° 3.29: Distribución Cleaner por elementos vs distribución de oro.	81
Figura N° 4.1: Esquema general de separación de concentrados de Cu y Mo.	83
Figura N° 4.2: Esquema general pruebas complementarias de separación de concentrados de Cu y Mo.	85
Figura N° 4.3: Esquema general del proceso proyectado para flotación y separación de concentrados de Cu y Mo.	88
Figura N° 5.1: Balance de masa en el esquema general proyectado.	91

NOMENCLATURA

GE:	Gravedad específica.
D_{H_2O} :	Densidad del agua.
D_{paraf} :	Densidad de la parafina.
P_{paraf} :	Peso de la parafina.
P_{muestra} :	Peso de muestra.
T_a :	Temperatura ambiente.
M_p :	Peso de picnómetro
V_p :	Volumen del picnómetro.
M_a :	Peso del picnómetro mas agua.
M_m :	Peso del picnómetro mas muestra.
R^2 :	Coefficiente de ajuste de la regresión.
μ :	Micras.
$F(x)$:	Porcentaje acumulativo pasante a una determinada abertura de malla.
$G(x)$:	Porcentaje acumulativo retenido a una determinada abertura de malla.
$F_{(80)}$:	Tamaño promedio que representa el 80% pasante de la alimentación.
$P_{(80)}$:	Tamaño promedio que representa el 80% pasante del producto.
WI:	Índice de trabajo de Bond expresado en Kwh/TC.
+ P1:	Peso retenido en la malla de corte luego de cada molienda en molino Bond.
Gbp:	Moliendabilidad expresado en g/rev en cada molienda en molino Bond.
C1:	Abertura de la malla de corte en las pruebas de Work Index.
Rcc:	Radio de carga circulante en pruebas de Work Index.

INTRODUCCION

El presente informe de suficiencia es el estudio del proyecto Pukaqaqa que al igual que los proyectos Hilarión y Chapi es uno de los proyectos que últimamente la Cía. Minera Milpo S.A.A. tiene en su fase final. Milpo a través de su jefatura de proyectos encargo a la consultora de SNC-Lavalin S.A., subsidiaria en Lima y sede principal en Canadá, el desarrollo, el estudio de pre-factibilidad y factibilidad, diseño e ingeniería de este proyecto. SNC-Lavalin con una larga trayectoria en el desarrollo de proyectos minero metalúrgicos en minerales de Oro, cobre, plomo, zinc, aluminio, diamante; decidió a su vez llevar a cabo la ejecución de las pruebas metalúrgicas en las instalaciones del laboratorio minero metalúrgico CIMM Perú S.A. en Lima. El proyecto Pukaqaqa es un yacimiento de cobre tipo skarn Cu-Au-Mo ubicado a 10 kilómetros al noroeste de la ciudad de Huancavelica y a 230 kilómetros al sureste de Lima, con elevaciones que fluctúan entre 4000 - 4700 msnm y donde será el emplazamiento y construcción de la futura planta concentradora con una capacidad de tratamiento para 30000 TMSPD. En el 2001, Milpo firma un acuerdo de opción de compra con Río Tinto por el 100% de la propiedad. En la propiedad minera, afloran calizas del Grupo de Pucará afectadas por plegamientos y fallas de

escurrimiento a lo largo de un corredor estructural de 25 kilómetros de largo con intrusiones de dioritas porfiríticas alteradas hidrotermalmente. Los trabajos efectuados por Río Tinto, que culminan con la perforación de 17,950 metros en 91 taladros, llevan al descubrimiento y definición del proyecto Pukaqaqa (Cu-Au). Los recursos minerales evaluados de este Proyecto están emplazados en un skarn de contacto subvertical (Gaby-Mónica Breccia) junto a dos extensas zonas de enriquecimiento secundario superficial (adyacente al skarn) formados en el endoskarn (North y South Blanket). Las pruebas metalúrgicas efectuadas por Río Tinto indican recuperaciones muy buenas y la posibilidad de producir concentrados limpios.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Objetivo General.

Evaluar la viabilidad económica de obtención de concentrados de cobre y molibdeno a partir de un concentrado Bulk.

1.2. Objetivos específicos.

- Elegir el optimo esquema de flotación en Batch que permita la máxima recuperación bulk de concentrado de cobre y molibdeno.
- Determinar la influencia de las cargas circulantes y seleccionar el mejor esquema de flotación en pruebas cíclicas de flotación continua en circuito cerrado y abierto en base a las condiciones del optimo test de flotación Batch.
- Valorizar el concentrado bulk y los concentrados de cobre y molibdeno.

1.3. Justificación.

Toda empresa minera desde la etapas inicial de exploración, perforación hasta la puesta en operación del proceso debe analizar y evaluar datos de los futuros

proyectos en los cuales realizara su inversión, al igual que si ya está plenamente establecido y en la búsqueda de una futura ampliación del proceso deberá tener en cuenta la factibilidad técnica, económica, y de diseño del proceso. Es decir que siempre se está en la búsqueda de obtener una mejora y mayor rentabilidad del proceso. Es por ello que el presente proyecto está en la búsqueda de un diseño del proceso que le garantice una alta eficiencia, una alta recuperación del producto final concentrado y un alto grado de calidad del producto final que le garantice un producto con el mayor valor comercial.

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROYECTO, PREPARACION MECANICA Y

CARACTERIZACION

2.1. Descripción del yacimiento.

2.1.1 Estimación de recursos

Desde agosto de 2006 hasta marzo de 2007 se han llevado a cabo exploraciones y perforaciones diamantinas con lo que se espera una viabilidad económica de una

Tabla N° 2.1 Reservas y recursos del proyecto Pukaqaqa al cierre del 2009

Categoría	Cutoff (% Cu)	Recursos a diciembre 2006			Recursos a diciembre 2007			
		Miles de toneladas	% Cu	g/t Au	Miles de toneladas	% Cu	g/t Au	ppm Mo
Medidos								
	0.3	191	0.58	0.08	2802	0.63	0.08	77
	0.4	170	0.61	0.08	2200	0.70	0.09	73
Indicados								
	0.3	16933	0.54	0.07	96219	0.55	0.09	108
	0.4	13796	0.58	0.07	62840	0.66	0.10	106
Medidos + Indicados								
	0.3	17124	0.54	0.07	99021	0.55	0.09	107
	0.4	13966	0.58	0.07	65041	0.66	0.10	105
Inferidos								
	0.3	114654	0.60	0.10	58199	0.60	0.11	106
	0.4	93559	0.66	0.10	38696	0.73	0.13	102
TOTAL		131778			157220			

operación de 30000 TMPD para producir concentrados de cobre con una inversión que se estima en US\$ 300 millones. El proyecto tendrá una vida útil promedio de 15 años.

La tabla N° 2.1 muestra un incremento de 20% con respecto al nivel de recursos totales reportado al cierre de 2006. Además, del total de recursos reportados, el 63% corresponde a la categoría Medidos - Indicados, mientras que al cierre del 2006, este porcentaje asciende a sólo 13%.

2.1.2 Descripción del yacimiento.

Pukaqaqa es un yacimiento tipo skarn de Cu-Au-Mo donde el oro y el molibdeno se hallan como subproductos de la mena principal por lo que este yacimiento es netamente cuprífero. El mineral principal de cobre es la calcopirita.

Durante el 2008 se consolida la propiedad minera mediante la adquisición del prospecto Pukaqaqa Sur de Compañía de Minas Buenaventura S.A., donde el cálculo de recursos da como resultado preliminar un stock de recursos de alrededor de 15 millones de toneladas.

Adicionalmente, se efectúan estudios geofísicos por el método de polarización inducida en un área de 2 x 2.5 kilómetros cuyo objetivo principal es estudiar un afloramiento de skarn que corre sub paralelo a la Brecha Gaby ubicada a 2 kilómetros al suroeste de este cuerpo, cubriendo además la extensión al noroeste del Blanket Norte y la extensión al suroeste y sureste del Blanket Sur. Los resultados obtenidos muestran respuesta de cargabilidad similar a los cuerpos de brecha, con

buena profundización, asociado al skarn subparalelo a Gaby, así como, la persistencia de anomalía de cargabilidad que indica la continuidad de los Blankets Norte y Sur. El mapeo geológico muestra la presencia de un intrusivo andesítico alargado de 3 kilómetros de largo, cortando las calizas Pucara, y la presencia de pirita, magnetita, pirrotita y en menor cantidad calcopirita y calcosita. Por otro lado, información geofísica entregada por Buenaventura muestra que el Blanket Sur esta abierto y tiene buena continuidad de mas de 1.5 kilómetros hacia el sursureste, en el sector denominado Acerococha. Los trabajos geológicos, que incluyen muestreos de afloramientos y ejecución de trincheras, muestran la existencia de zonas marmolizadas con skarnización con presencia de esfalerita, calcopirita y/o calcosita, gossan con óxidos de fierro y la presencia de un intrusivo argilizado ocupando el fondo de la cuenca. Los resultados geoquímicos, coincidentes con las anomalías geofísicas indican buena posibilidad de corresponder a cuerpos similares a los Blankets.

En el 2009, no se efectúa ningún trabajo exploratorio adicional y queda pendiente la ejecución de una campaña de perforación diamantina para definir la existencia de mineralización económica en estos targets mencionados.

2.1.3 Ubicación y acceso.

Este proyecto está ubicado a 10km al NO de la ciudad de Huancavelica y 230 km al SE de Lima a una altitud de 4000 – 4700 msnm.

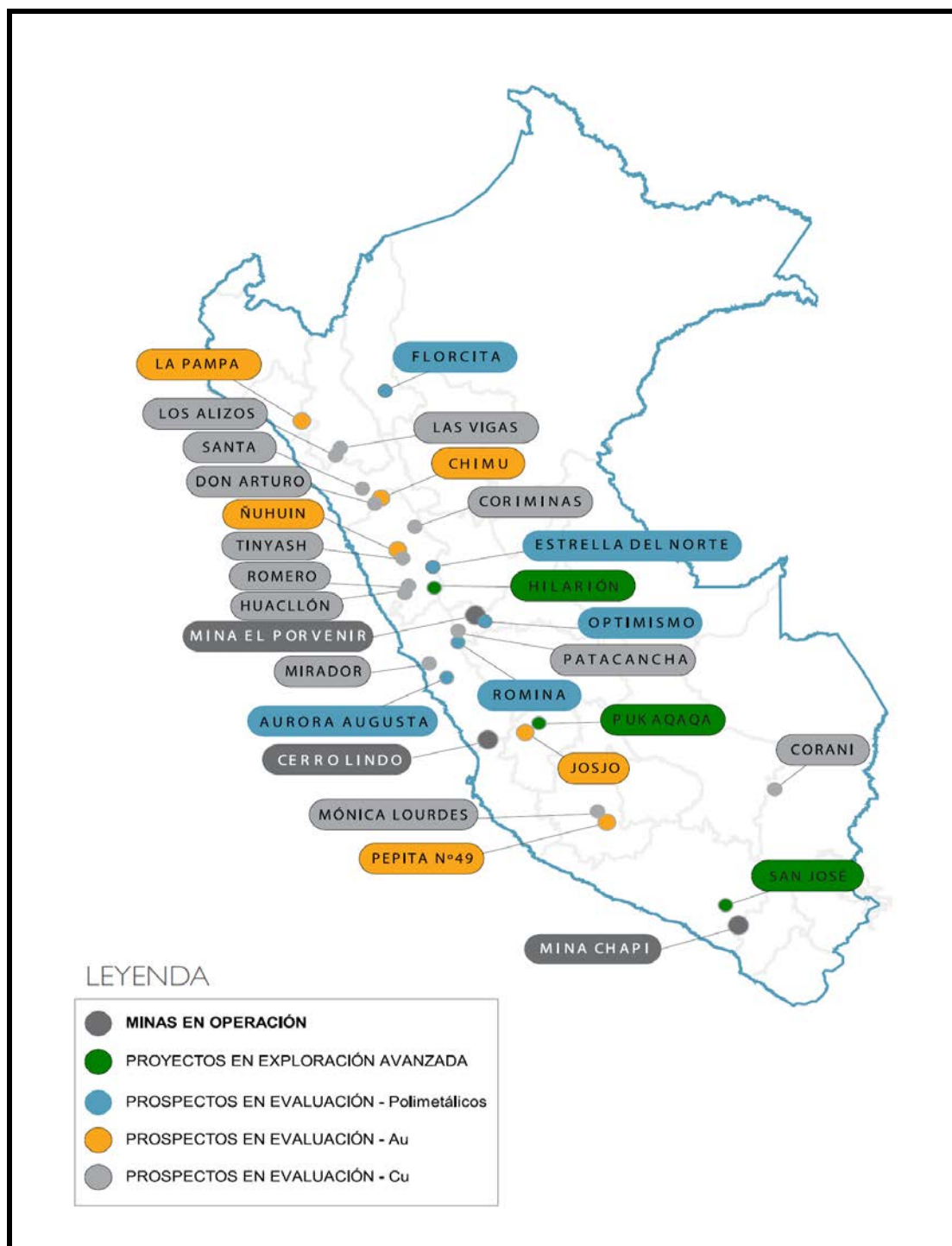


Figura N° 2.1 Principales prospectos y proyectos avanzados y en evaluación pertenecientes al grupo Milpo.

2.2. Preparación mecánica

2.2.1 Chancado primario y tamizado a 100% - 6 mallas

La muestra inicial de – 3” se recibe en sacos de 50 kg, y peso total de 420 kg. La muestra se homogeniza y cuartea por el método de conchado y cuarteado y separa 80 kg a – 3”. Los 340 Kg. se tamizan a malla ¼”. La fracción + ¼” se lleva a chancado primario de forma controlada y el pasante se conserva, la fracción - ¼” se tamiza con la malla 6 Tyler, la fracción -6 mallas y + 6 mallas se conservan.

2.2.2 Chancado secundario, homogenización y cuarteo a 100% -10 mallas

La fracción + 6 mallas y el pasante del chancado primario se lleva a chancado secundario controlado en chancadora de rodillo, el pasante se tamiza en la malla 6 repitiendo este proceso hasta obtener la sub – muestra a – 6 mallas, el esquema del proceso se muestra en la figura N° 2.2. La muestra de 340 kg. a – 6 mallas se homogenizo con la maquina mezcladora, luego por cuarteo se separo de ella una sub muestra de 40 Kg., la segunda sub muestra de 300 Kg. se tamizo con la malla 10 Tyler, obteniéndose dos fracciones, la fracción + 10 mallas se pasa por la chancadora secundaria cerrando el set para esta malla, se tamizo el producto con la malla 10, repitiendo el proceso de chancado y tamizado hasta obtener los 300 kg. Como producto final a -10 mallas. Toda la muestra fue distribuida en bolsas de un kilo c/u, para ello se utilizo el repartidor automático de muestras de 20 Kg., listos para ser usados en los ensayos necesarios.

2.2.3 Preparación para análisis químico 85% - 200 mallas Tyler

Del conjunto de las sub – muestras embolsadas se pulverizo 2 kilos para los diferentes análisis químicos, ICP y análisis químico de cabeza.

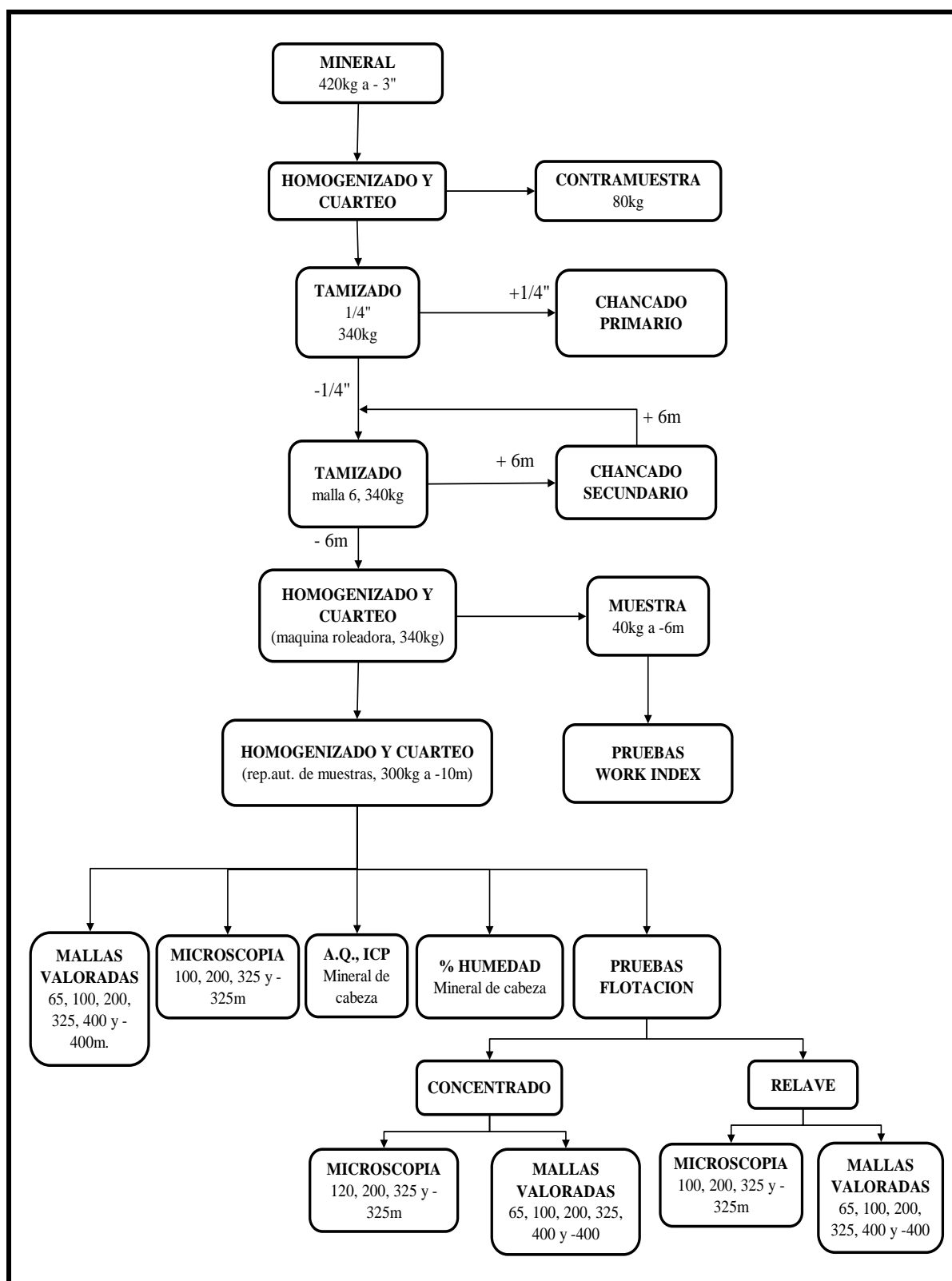


Figura N° 2.2 Flowsheet del esquema general del proceso de preparación mecánica, pruebas y ensayos realizados.

2.2.4 Preparación para microscopia 100% -65 mallas Tyler

Para microscopia se tamizo 10 kilos de muestra con la malla 65 Tyler, el producto +65 mallas fue molido por 2 minutos y luego tamizado, repitiéndose el proceso hasta conseguir la muestra al 100% - 65 mallas.

A un kilo de la muestra a -65 mallas se realizo el análisis de mallas utilizando los tamices 100 mallas, 200 mallas y 325 mallas, los productos fueron enviados para el análisis mineralógico correspondiente.

Un kilo se envió para el **análisis de minerales arcillosos por DRX**, con esta muestra también se realizara **microscopia electrónica de barrido con detector de rayos x**.

Los estudios mencionados los realiza Buenaventura Ingenieros S.A.

2.2.5 Determinación del ángulo de reposo.

Para la determinación del ángulo de reposo se procedió del modo:

- Limpieza del piso.
- Se descarga la muestra de los costales formando una ruma, la muestra del segundo costal sobre la primera y así sucesivamente hasta descargar el último costal.
- Utilizando una pala manual se formo un cono uniforme de base circular.
- Desde la parte central del cono circular se mide la distancia al borde del círculo formado por la muestra y su altura, empleando para ello dos reglas y un nivel mecánico. Se toma 4 lecturas con los que se calcula el ángulo de reposo.

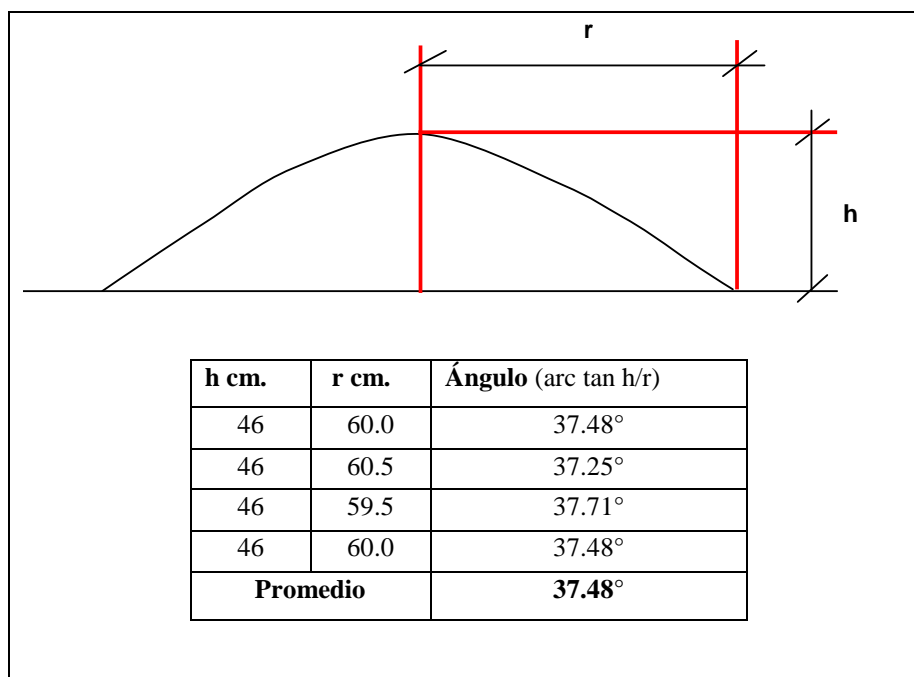


Figura N° 2.3.- Determinación del ángulo de reposo

2.3. Gravedad específica del mineral de cabeza, concentrado y relave

2.3.1 Gravedad específica en muestras de sondaje o cores.

Para la prueba se seleccionaron 6 muestras de sondaje de perforación o cores. La prueba se realizó empleando el método de la parafina, el que consiste en:

- Seleccionar trozos de mineral, 6 en este caso, mayores a 2" de tamaño.
- Cada trozo fue limpiado cuidadosamente con brocha.
- Se pesó cada trozo (peso seco).
- Se cubrió con parafina.
- Se pesó cada muestra parafinada en seco (peso con parafina).
- Las muestras parafinadas se pesaron sumergidas en agua (peso sumergido).
- Se tomó la temperatura del ambiente y del agua.

Con los datos obtenidos se realizó el cálculo correspondiente.

$$GE = \frac{P_{seco} / D_{agua}}{\left(\frac{P_{paraf} - P_{sum}}{D_{agua}} - \frac{P_{paraf} - P_{seco}}{D_{paraf}} \right)}$$

Donde:

GE: Gravedad específica
 Pseco: peso seco (gr)
 Pparaf: Peso con parafina (gr)
 Psum: Peso sumergido en agua (gr)
 Dagua: Densidad del agua (g/cm³) a la temperatura de ensayo
 Dparaf: Densidad de la parafina (g/cm³)

Tabla N° 2.2.- Gravedad específica en muestras de cores

MUESTRA	PESO SECO (gr)	PESO CON PARAFINA (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	GE
A	294.9	312.8	160.2	2.23
B	275.2	293.6	157.2	2.39
C	182.5	192.8	102.8	2.33
D	175.9	187.6	105.2	2.55
E	215.3	228.9	122.9	2.38
F	130.6	140.7	72.2	2.29

$$GE = 2.36$$

2.3.2 Gravedad específica del mineral de cabeza

La gravedad específica se determinó empleando el método de la fiola.

$$GE = \frac{P_{muestra}}{\left(\left(P_{fiola} + P_{H_2O} + P_{muestra} \right) - \left(P_{fiola} + P_{muestra} \right) \right) / D_{H_2O}}$$

Donde:

P_{fiola}: Peso de fiola.
 P_{H₂O}: Peso de agua
 P_{muestra}: Peso de muestra
 D_{H₂O}: Densidad del agua

Los datos y resultados se muestran en la tabla N° 2.3

Tabla N° 2.3 Gravedad específica del mineral de cabeza por el método de la fiola

Peso muestra gr.	Peso fiola gr	Peso fiola + muestra + H ₂ O	Peso fiola + H ₂ O	Peso de H ₂ O en 100 cc	G.E.
100.00	55.991	219.489	155.536	99.545	2.93
100.00	55.728	219.488	155.323	99.595	2.92
100.00	56.148	219.709	155.638	99.500	2.90

Luego la gravedad específica del mineral es **2.92**.

2.3.3 Gravedad específica del concentrado

El concentrado se emplea el concentrado bulk obtenido de las pruebas de flotación.

Para determinación de la gravedad específica del concentrado se emplea el método del picnómetro. Los resultados se muestran en la tabla N° 2.4

Tabla N° 2.4 Gravedad específica del concentrado por el método del picnómetro

Ensayo	Peso del Picnómetro Mp (g)	Ensayo	Peso Picnómetro + agua Ma (g)	Temperatura Ta (°C)	Densidad del Agua Dw (g/ml)	Volumen del picnómetro Vp (ml)
1	33,390	1	83,681	22,0	0,9978	50,405
2	33,389	2	83,682	22,2	0,9977	50,411
3	33,389	3	83,679	22,7	0,9976	50,412
4	33,382	4	83,676	23,7	0,9974	50,420
5	33,384	5	83,673	23,8	0,9973	50,422
Desviación =	0,003	Desviación =	---	---	---	0,007
Promedio =	33,387	Promedio =	---	---	---	50,414

Datos Constantes

$$Mp = \frac{33.387}{}$$

$$Vp = \frac{50.414}{}$$

Peso Pic. + Mstra Mm (g)	Peso Pic. Mp (g)	Peso de Muestra Seca	Temperatura Tx (°C)	Densidad del Agua Dw (g/ml)	Peso Pic. + agua Ma(Tx) (g)	Peso Pic+agua+Mstra Mb(Tx) (g)	Gravedad Especifica GE	Factor K	G. E. 25 °C
56.938	33.384	23.555	23.2	0.9976	83.677	102.097	4.59	1.0006	4.59
57.985	33.384	24.601	22.9	0.9974	83.667	102.795	4.49	1.0004	4.50
49.057	33.388	15.669	23.0	0.9975	83.676	95.869	4.51	1.0005	4.51

La gravedad específica del concentrado es: **4.53**

2.3.4 Gravedad específica del relave

Para determinación de la gravedad específica del relave se emplea el método del picnómetro. Los resultados se muestran en la tabla N° 2.5

Tabla N° 2.5 Gravedad específica del relave por el método del picnómetro

Ensayo	Peso del Picnómetro Mp (g)	Ensayo	Peso Picnómetro + agua Ma (g)	Temperatura Ta (°C)	Densidad del Agua Dw (g/ml)	Volumen del picnómetro Vp (ml)
1	33.392	1	83.783	22.0	0.9978	50.505
2	33.392	2	83.782	22.2	0.9977	50.509
3	33.392	3	83.779	22.7	0.9976	50.512
4	33.384	4	83.777	23.7	0.9974	50.520
5	33.385	5	83.772	23.8	0.9973	50.520
Desviación =	0.004	Desviación =	---	---	---	0.007
Promedio =	33.389	Promedio =	---	---	---	50.513

Datos Constantes
 $M_p = 33.389$
 $V_p = 50.513$

Peso Pic. + Mstra Mm (g)	Peso Pic. Mp (g)	Peso de Muestra Seca	Temperatura Tx (°C)	Densidad del Agua Dw (g/ml)	Peso Pic. + agua Ma(Tx) (g)	Peso Pic+agua+Mstra Mb(Tx) (g)	Gravedad Especifica GE	Factor K	G. E. 25 °C
59.765	33.385	26.380	22.9	0.9976	83.776	101.022	2.89	1.0006	2.89
58.052	33.389	24.664	23.6	0.9974	83.770	99.870	2.88	1.0004	2.88
62.128	33.387	28.741	23.1	0.9975	83.774	102.562	2.89	1.0005	2.89

La G.E. del relave es: **2.89**

2.3.5 Determinación del análisis químico del mineral de cabeza.

La muestra inicialmente a -2", fue progresivamente reducida por chancado primario y secundario y luego tamizada a malla 10, la fracción +10 mallas se regreso al chancado hasta obtener una sola muestra al 100% - 10 mallas. La muestra fue homogenizada y cuarteada a muestras representativas de 1 kg. Se pulverizo 250 g de una de estas muestras para análisis químico que reportó lo siguiente:

%Cu	%CuOx	%Mo	%Fe	Ag g/t	Au g/t
0.677	0.207	0.019	7.27	5.2	0.09

2.4. Mallas valoradas del mineral de cabeza, concentrado y relave

2.4.1 Mallas valoradas del mineral de cabeza

Se cuarteo y tamizo 1kg de muestra representativa y húmeda de mineral a 100% -50 mallas Tyler. Se lavo y deslamo a malla 400 y luego fue secado. Se tamizo obteniéndose los pesos de las fracciones 65, 100, 150, 200, 325, 400, y -400 mallas.

Tabla N° 2.6.- Análisis de mallas del mineral de cabeza

Mallas	Abertura (micras) X	Peso (g)	% Peso	%Ac (+) G(X)	%Ac (-) Y	Log X	Log Y	Log(Ln(100/G(X)))
65	212	144.60	14.64	14.64	85.36	2.33	1.93	0.28
100	150	110.00	11.14	25.77	74.23	2.18	1.87	0.13
150	106	117.30	11.87	37.65	62.35	2.03	1.79	-0.01
200	75	101.70	10.30	47.94	52.06	1.88	1.72	-0.13
325	45	137.20	13.89	61.83	38.17	1.65	1.58	-0.32
400	38	22.40	2.27	64.10	35.90	1.58	1.56	-0.35
-400	-38	354.60	35.90	100.00	0.00			
		987.80	100.00					

Calculo de $F_{(80)}$

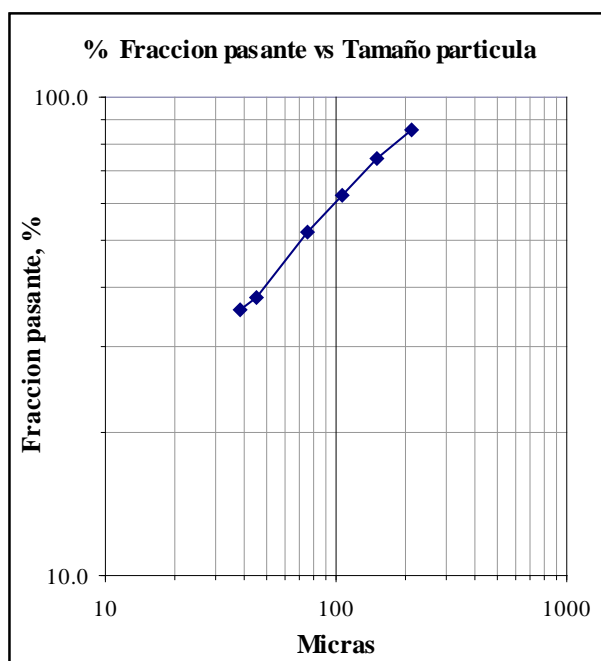


Figura N° 2.4.- Esquema grafico del $F_{(80)}$ del mineral de cabeza

Para el cálculo del $F_{(80)}$ empleamos las ecuaciones de Schumann y R. Rammler.

según Schumann:

$$R^2 = 0.9963$$

$$F(x) = 100 \cdot \left(\frac{X}{272.8364} \right)^{0.5203}$$

$$F_{(80)} = \mathbf{177.68 \text{ micras}}$$

Según R. Rammler:

$$R^2 = 0.9957$$

$$\ln(100/G(x)) = \left(\frac{X}{103.983} \right)^{0.8549}$$

$$F_{(80)} = \mathbf{181.43 \text{ micras}}$$

De comparación de ambas graficas el valor de $F_{(80)}$ se obtiene de aquella que tiene el mayor coeficiente de correlación (R^2). Por lo tanto según la ecuación de Schumann el valor de $F_{(80)}$ es igual a **177.68 micras** que se encuentra entre las mallas 70m y 100m Tyler.

Balance para Cu y CuOx

Las muestras de la serie de mallas dada se enviaron a análisis químico por los elementos Cu, CuOx, Fe y Mo. Los resultados se resumen en la tabla N° 2.7.

Tabla N° 2.7.- Mallas valoradas para Cu y CuOx del mineral de cabeza

Malla Tyler	Abertura (micras)	Peso (g)	% Peso	% Ensayes		Finos (g)		% Distribucion		% CuOx / CuT
				Cu	CuOx	Cu	CuOx	Cu	CuOx	
65	212	144.60	14.64	0.492	0.105	0.71	0.15	11.23	7.70	21.34
100	150	110.00	11.14	0.519	0.130	0.57	0.14	9.01	7.25	25.05
150	106	117.30	11.87	0.546	0.153	0.64	0.18	10.11	9.11	28.02
200	75	101.70	10.30	0.558	0.091	0.57	0.09	8.95	4.70	16.31
325	45	137.20	13.89	0.619	0.112	0.85	0.15	13.40	7.80	18.09
400	38	22.40	2.27	0.642	0.153	0.14	0.03	2.27	1.74	23.83
- 400	-38	354.60	35.90	0.805	0.343	2.85	1.22	45.04	61.71	42.61
Cab. Cal.		987.80	100.00	0.642	0.200	6.34	1.97	100.00	100.00	31.10
Cab. Ens.				0.677	0.207					30.58

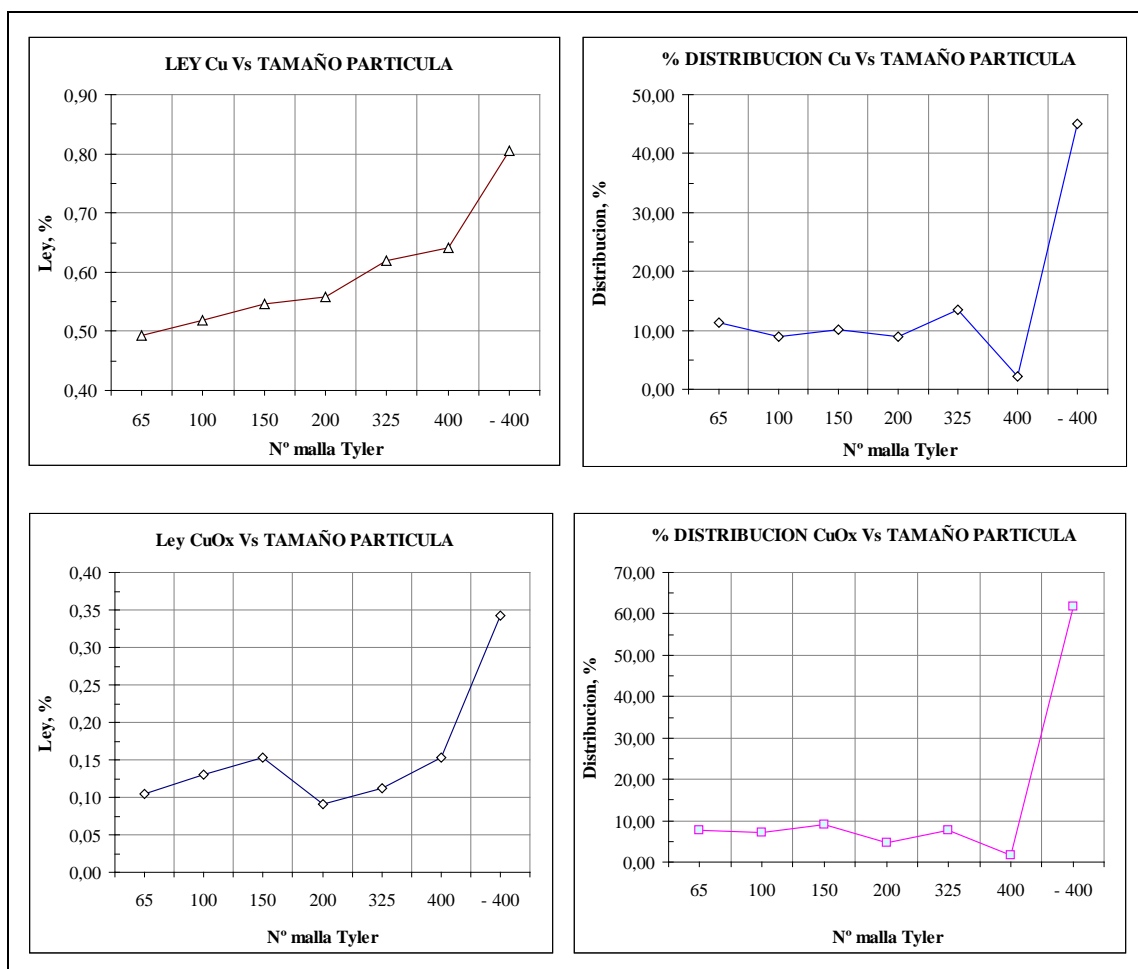


Figura N° 2.5.- Ley y distribución de Cu y CuOx por mallas del mineral de cabeza

Balance para molibdeno y fierro

Del cuadro con el balance para molibdeno se obtienen las graficas correspondientes.

Tabla N° 2.8.- Mallas valoradas para Mo y Fe del mineral de cabeza

Malla Tyler	Abertura (micras)	Peso (g)	% Peso	% Ensayes		Finos (g)		% Distribucion	
				Mo	Fe	Mo	Fe	Mo	Fe
65	212	144.60	14.64	0.011	11.62	0.016	16.803	9.22	19.03
100	150	110.00	11.14	0.011	11.68	0.012	12.848	7.01	14.55
150	106	117.30	11.87	0.013	10.94	0.015	12.833	8.83	14.53
200	75	101.70	10.30	0.013	9.317	0.013	9.475	7.66	10.73
325	45	137.20	13.89	0.020	9.288	0.027	12.743	15.90	14.43
400	38	22.40	2.27	0.016	8.201	0.004	1.837	2.08	2.08
- 400	-38	354.60	35.90	0.024	6.141	0.085	21.776	49.31	24.66
Cab. cal.		987.800	35.90	0.017	8.941	0.173	88.315	100.00	100.00
Cab. ens.				0.019	7.270				

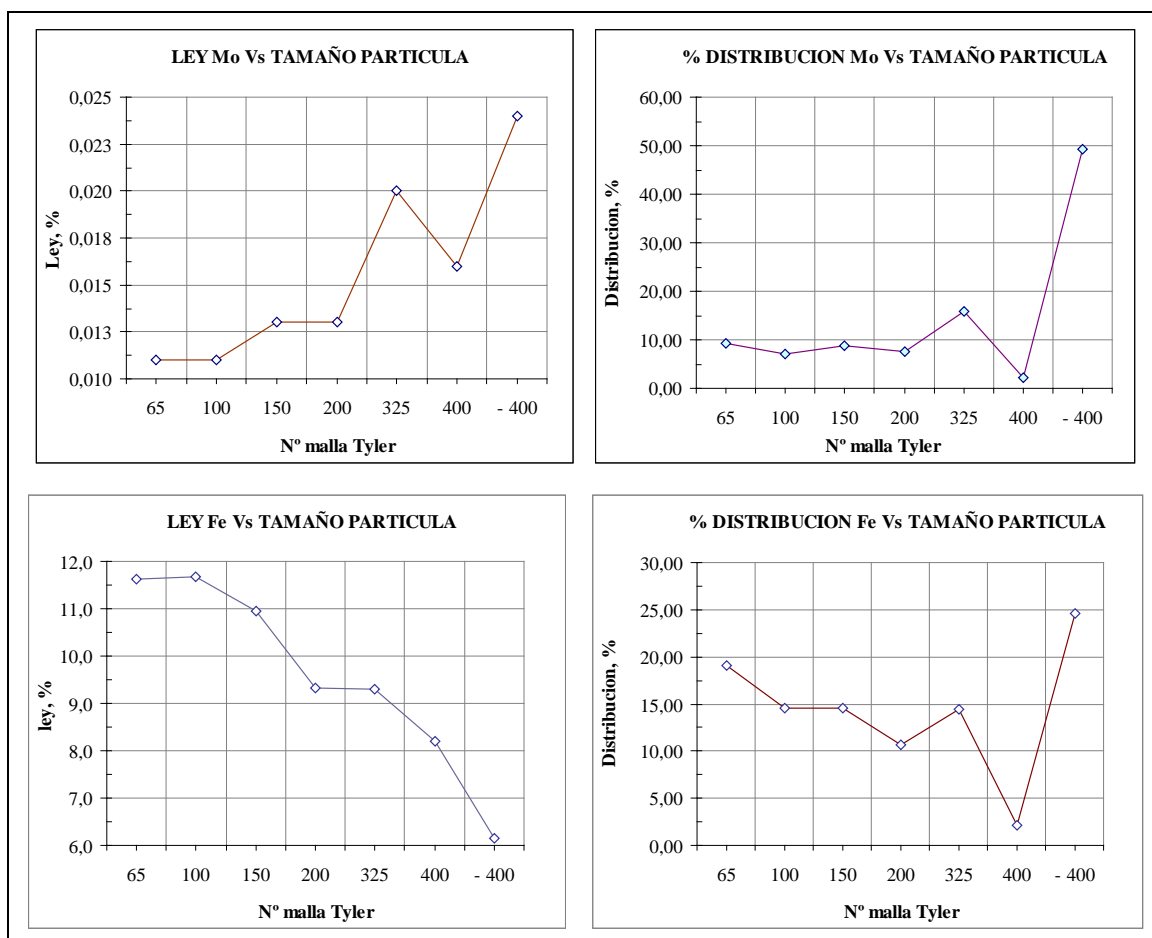


Figura N° 2.6.- Ley y distribución de Mo y Fe por mallas del mineral de cabeza

2.4.2 Mallas valoradas del concentrado

La muestra se tomo de las pruebas de flotación rougher bulk la cual fue tamizada en las mallas 150, 200, 325 y 400 Tyler. El análisis fue por Cu, CuOx, Mo y Fe.

Calculo de $P_{(80)}$

Tabla N° 2.9.- Análisis de mallas del concentrado

Mallas	Abertura (micras) X	Peso (g)	Peso %	%Ac (+) G(X)	%Ac (-) Y	Log X	Log Y	Log(Ln(100/G(X)))
150	106	0.90	1.07	1.07	98.93	2.03	2.00	0.66
200	75	4.20	4.99	6.06	93.94	1.88	1.97	0.45
325	45	20.30	24.14	30.20	69.80	1.65	1.84	0.08
400	38	11.70	13.91	44.11	55.89	1.58	1.75	-0.09
- 400	-38	47.00	55.89	100.00	0.00			
		84.10	100.00					

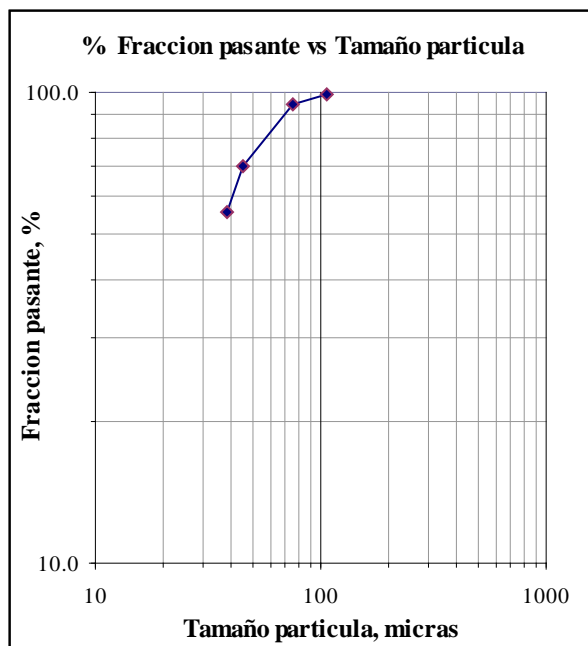


Figura N° 2.7.- Esquema grafico del $P_{(80)}$ del concentrado

Para el cálculo del $P_{(80)}$ se emplean las ecuaciones de Schumann y R. Rammler.

Según Schumman:

$$R^2 = 0.9158$$

$$F(x) = 100 \cdot \left(\frac{X}{96.826} \right)^{0.5437}$$

$$P_{(80)} = \mathbf{64.23 \text{ micras}}$$

Según R.Rammler:

$$R^2 = 0.9949$$

$$\ln \left\{ \frac{100}{G(x)} \right\} = \left(\frac{X}{41.489} \right)^{1.656}$$

$$P_{(80)} = \mathbf{55.30 \text{ micras}}$$

De los resultados obtenidos se toma aquel que tiene mayor coeficiente de correlación R^2 . Por lo tanto el valor de $P_{(80)}$ para la distribución dada viene a ser igual a **55.3 micras** que se encuentra entre las mallas 200m y 325m Tyler.

Análisis valorado de mallas para el Cu y CuOx

Las muestras de la serie de mallas dada se enviaron a análisis químico por los elementos Cu, CuOx, Fe y Mo. Los resultados se resumen en la tabla N° 2.10.

Tabla N° 2.10.- Mallas valoradas para Cu y CuOx del concentrado

Malla Tyler	Abertura (micras)	Peso (g)	% Peso	% Ensayes		Finos (g)		% Distribucion		% CuOx / CuT
				Cu	CuOx	Cu	CuOx	Cu	CuOx	
150	106	0.90	1.07	23.470	0.207	0.211	0.002	0.96	0.70	0.88
200	75	4.20	4.99	24.480	0.271	1.028	0.011	4.67	4.28	1.11
325	45	20.30	24.14	25.550	0.310	5.187	0.063	23.54	23.67	1.21
400	38	11.70	13.91	27.870	0.364	3.261	0.043	14.80	16.02	1.31
- 400	-38	47.00	55.89	26.260	0.313	12.342	0.147	56.03	55.33	1.19
Cab. Cal.		84.10	100.00	26.194	0.316	22.029	0.266	100.00	100.00	1.21

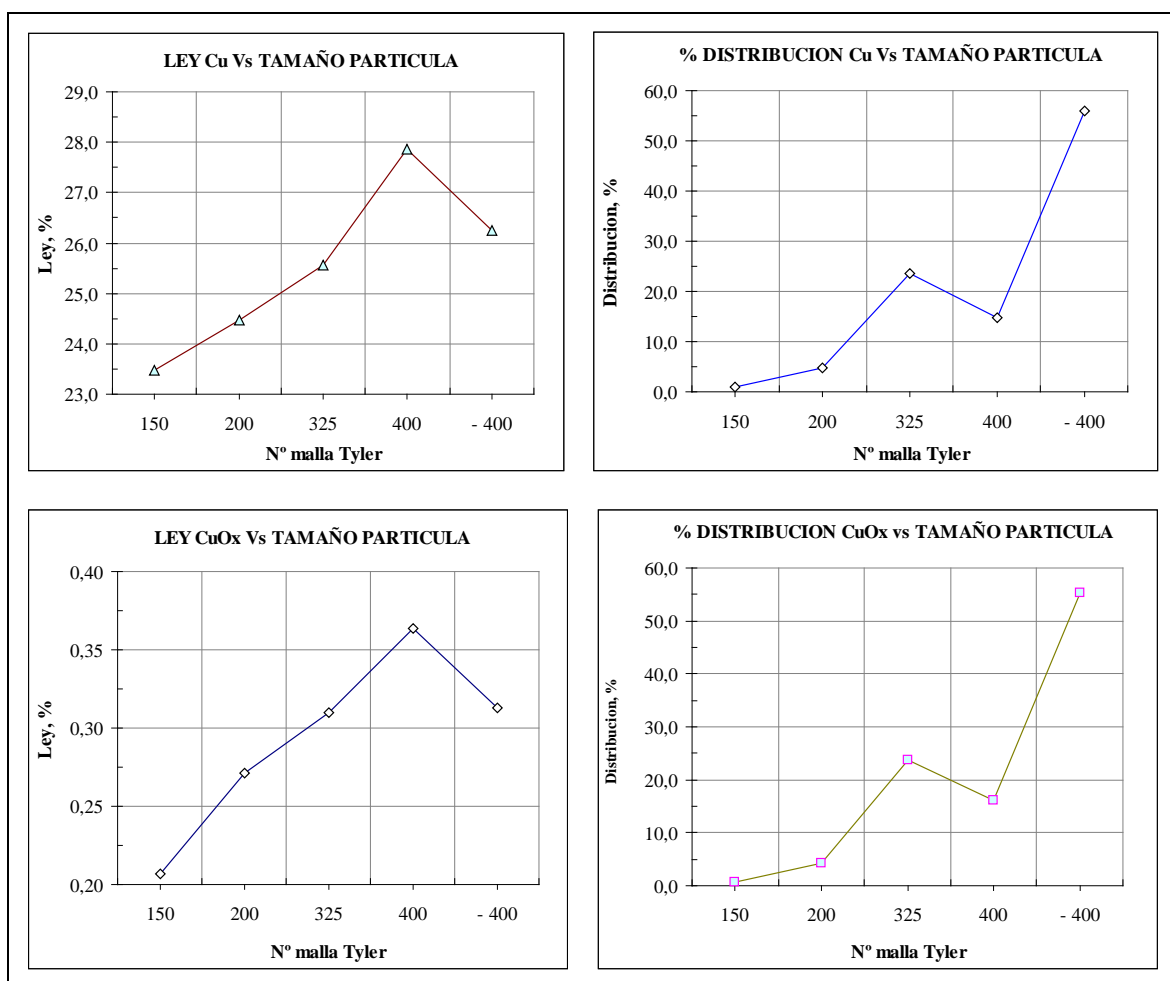


Figura N° 2.8.- Ley y distribución de Cu y CuOx por mallas del concentrado.

Análisis valorado de mallas para el Mo y Fe

Los resultados de los ensayos químicos así como la distribución de los elementos Mo y Fe por mallas se resumen en la tabla N° 2.11 con las graficas correspondientes.

Tabla N° 2.11.- Mallas valoradas para el Mo y Fe del concentrado

Malla Tyler	Abertura (micras)	Peso (g)	% Peso	% Ensayes		Finos (g)		% Distribucion	
				Mo	Fe	Mo	Fe	Mo	Fe
150	106	0.90	1.07	1.821	30.360	0.016	0.273	4.28	0.99
200	75	4.20	4.99	1.015	30.130	0.043	1.265	11.12	4.58
325	45	20.30	24.14	0.438	33.120	0.089	6.723	23.20	24.36
400	38	11.70	13.91	0.352	32.030	0.041	3.748	10.75	13.58
- 400	-38	47.00	55.89	0.413	33.180	0.194	15.595	50.65	56.49
Cab. cal.		84.100	100.00	0.456	32.823	0.383	27.604	100.00	100.00

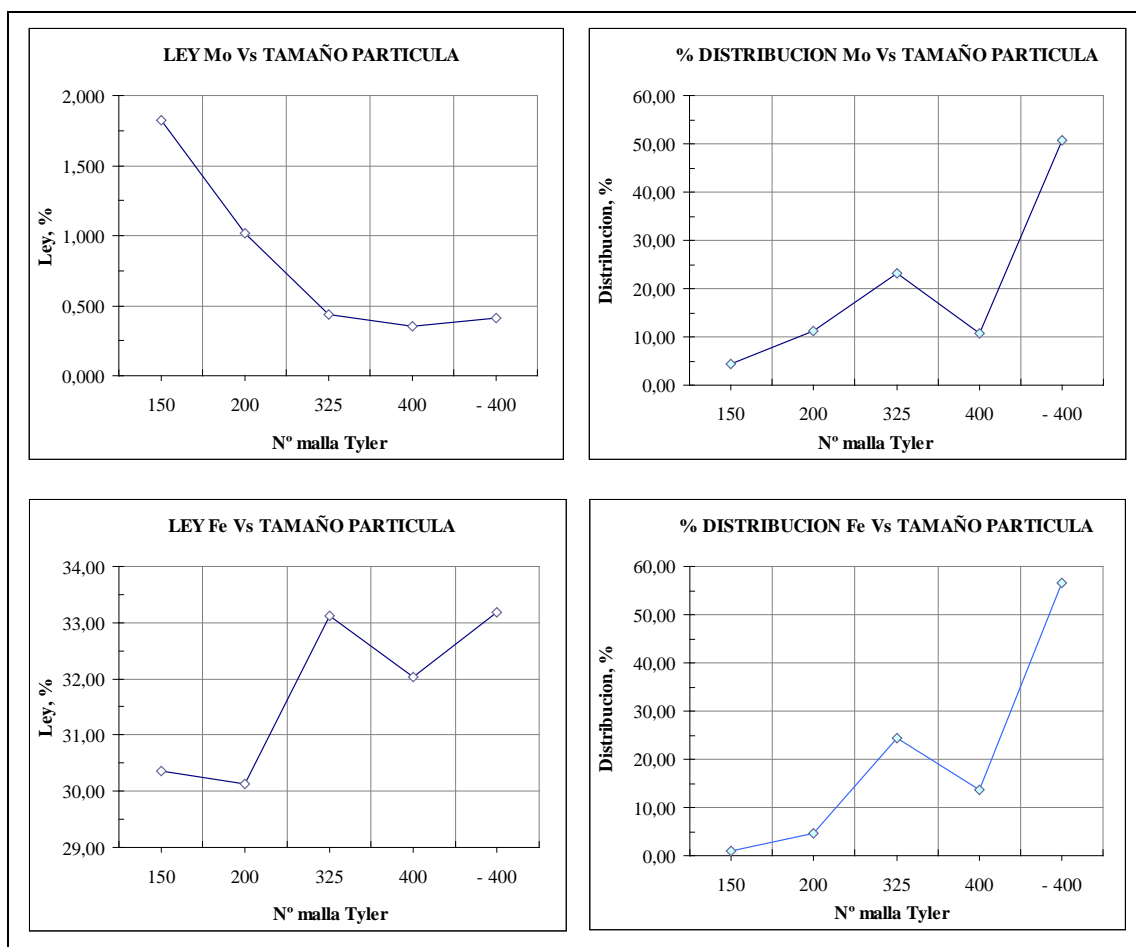


Figura N° 2.9.- Ley y distribución de Mo y Fe por mallas del concentrado.

2.4.3 Análisis de mallas valoradas del relave

Para el análisis se homogenizo y cuarteo 500g de muestra de relave de las pruebas de flotación rougher bulk. La muestra se preparo mecánicamente a -48m Tyler la cual fue tamizada luego en las mallas 65, 100, 150, 200, 325 y 400 Tyler. El análisis fue por Cu, CuOx, Mo y Fe.

Calculo de P(80)

Tabla N° 2.12.- Análisis de mallas del relave

Mallas	Abertura (micras) X	Peso (g)	Peso %	%Ac (+) G(X)	%Ac (-) Y	Log X	Log Y	Log(Ln(100/G(X)))
65	212	10.90	2.18	2.18	97.82	2.33	1.99	0.58
100	150	37.30	7.46	9.65	90.35	2.18	1.96	0.37
150	106	70.60	14.13	23.77	76.23	2.03	1.88	0.16
200	75	70.20	14.05	37.82	62.18	1.88	1.79	-0.01
325	45	89.70	17.95	55.77	44.23	1.65	1.65	-0.23
400	38	32.40	6.48	62.26	37.74	1.58	1.58	-0.32
- 400	-38	188.60	37.74	100.00	0.00			
		499.70	100.00					

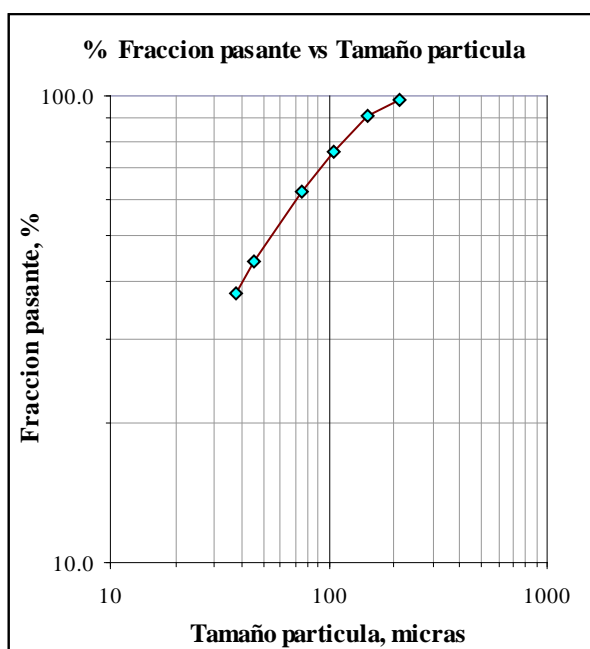


Figura N° 2.10.- Esquema grafico del P₍₈₀₎ del relave

Para el cálculo del $P_{(80)}$ se emplean las ecuaciones de Schumann y R. Rammler.

Según Schumman:

$$R^2 = 0.9756$$

$$F(x) = 100 \cdot \left(\frac{X}{190.363} \right)^{0.5659}$$

$$P_{(80)} = 128.33 \text{ micras}$$

Según R.Rammler:

$$R^2 = 0.9945$$

$$\text{Ln} \left\{ \frac{100}{G(x)} \right\} = \left(\frac{X}{73.106} \right)^{1.192}$$

$$P_{(80)} = 108.99 \text{ micras}$$

De los resultados obtenidos se toma aquel que tiene mayor coeficiente de correlación R^2 . Por lo tanto el valor de $P_{(80)}$ para la distribución dada viene a ser igual a **108.99 micras** que se encuentra entre las mallas 100m y 150m Tyler.

Análisis valorado de mallas para Cu y CuOx

Tabla N° 2.13.- Mallas valoradas para Cu y CuOx del relave

Malla Tyler	Abertura (micras)	Peso (g)	% Peso	% Ensayes		Finos (g)		% Distribucion		% CuOx / CuT
				Cu	CuOx	Cu	CuOx	Cu	CuOx	
65	212	10.90	2.18	0.204	0.033	0.022	0.00	2.26	0.78	16.18
100	150	37.30	7.46	0.181	0.040	0.068	0.01	6.86	3.22	22.10
150	106	70.60	14.13	0.169	0.044	0.119	0.03	12.12	6.71	26.04
200	75	70.20	14.05	0.134	0.044	0.094	0.03	9.56	6.67	32.84
325	45	89.70	17.95	0.109	0.047	0.098	0.04	9.93	9.10	43.12
400	38	32.40	6.48	0.113	0.056	0.037	0.02	3.72	3.92	49.56
- 400	-38	188.60	37.74	0.290	0.171	0.547	0.32	55.56	69.61	58.97
Cab. Cal.		499.70	100.00	0.197	0.093	0.984	0.46	100.00	100.00	47.06

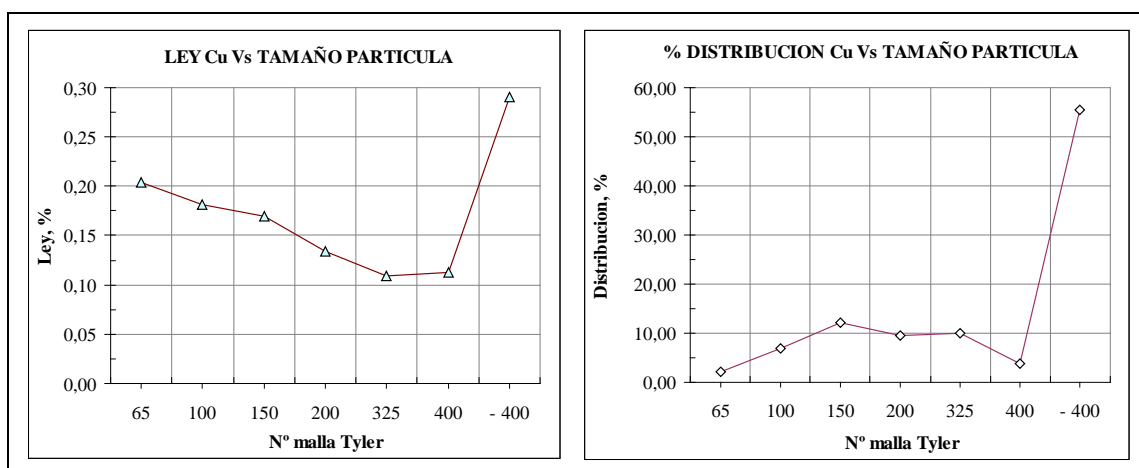


Figura N° 2.11.- Ley y distribución de Cu por mallas del relave.

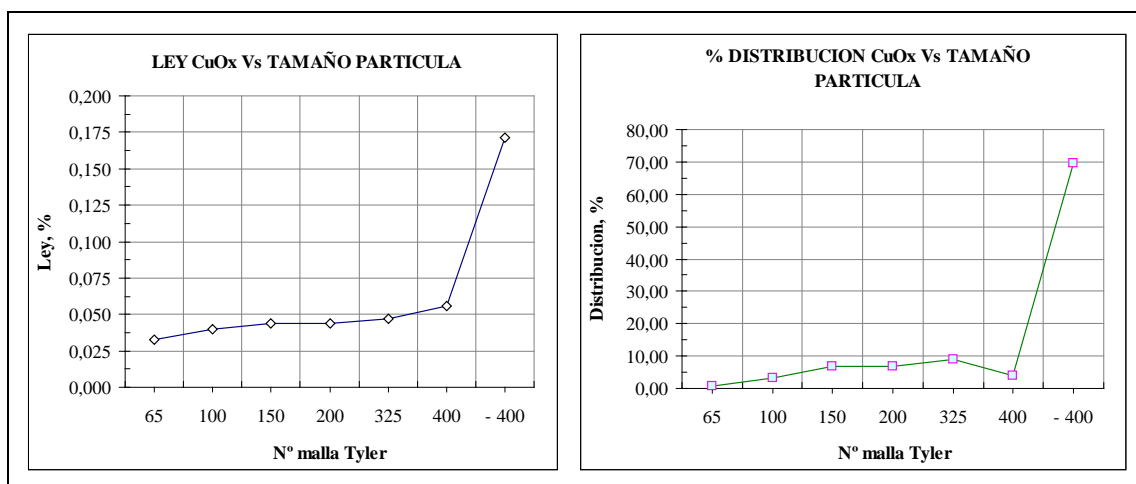


Figura N° 2.12.- Ley y distribución de CuOx por mallas del relave.

Análisis valorado de mallas para el Mo y Fe

Tabla 2.14.- Mallas valoradas para Mo y Fe del relave

Malla Tyler	Abertura (micras)	Peso (g)	% Peso	% Ensayes		Finos (g)		% Distribucion	
				Mo	Fe	Mo	Fe	Mo	Fe
65	212	10.90	2.18	0.009	8.427	0.001	0.919	3.05	2.38
100	150	37.30	7.46	0.012	8.911	0.004	3.324	13.90	8.60
150	106	70.60	14.13	0.007	8.753	0.005	6.180	15.35	15.99
200	75	70.20	14.05	0.004	8.568	0.003	6.015	8.72	15.56
325	45	89.70	17.95	0.005	7.759	0.004	6.960	13.93	18.01
400	38	32.40	6.48	0.004	7.595	0.001	2.461	4.03	6.37
-400	-38	188.60	37.74	0.007	6.781	0.013	12.789	41.01	33.09
Cab. cal.		499.700	100.00	0.006	7.734	0.032	38.646	100.00	100.00

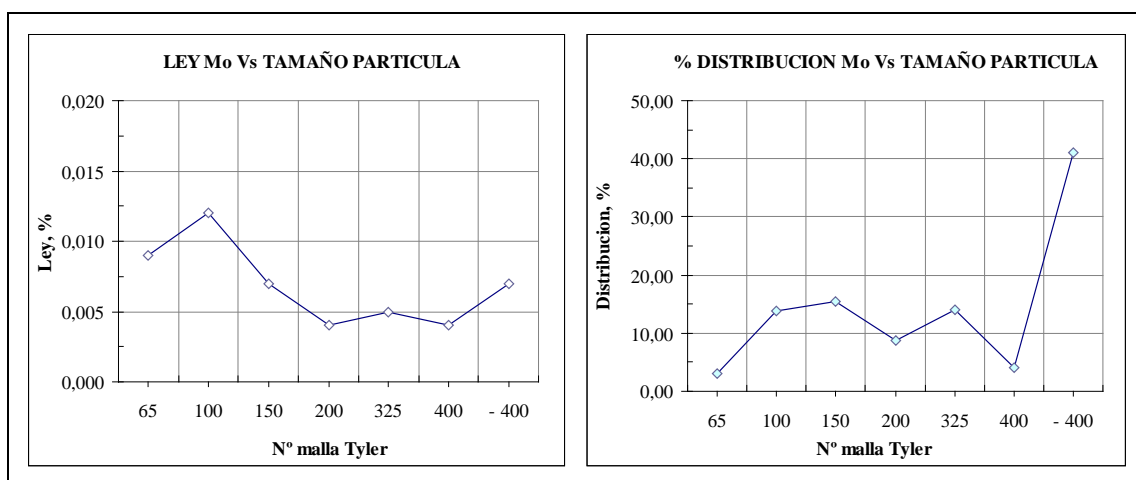


Figura N° 2.13.- Ley y distribución de Mo por mallas del relave.

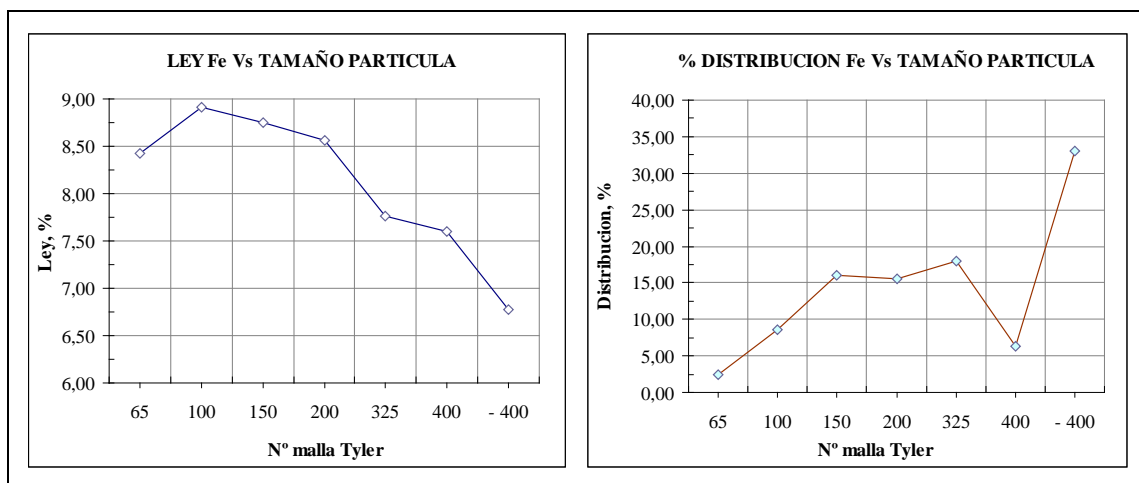


Figura N° 2.14.- Ley y distribución de Fe por mallas del relave.

2.5. Microscopia del mineral de cabeza y concentrado

2.5.1 Análisis por microscopia del mineral de cabeza.

El análisis mineralógico del mineral de cabeza fue realizado por BISA S.A. Las 4 muestras se preparan tal como se describe en 2.2.4 y tamizan en las mallas +100, +200, +325, y -325.

Nombre	Abreviatura	Fórmula
Gangas	GGs	Variada
Pirita	Py	FeS ₂
Calcopirita	Cp	CuFeS ₂
Arsenopirita	Apy	FeAsS
Esfalerita	Ef	(Zn, Fe)S
Bornita	bo, bn	Cu ₅ FeS ₄
Digenita	Dig	Cu ₉ S ₅
Covelita	Cv	CuS
Calcosita	Cc	Cu ₂ S
Hematita	Hm	Fe ₂ O ₃
Enargita	En	Cu ₃ AsS ₄
Tenorita	Te	CuO
Cuprita	Cup	Cu ₂ O
Molibdenita	Mo	MoS ₂
Gangas	GGs	Variada
Limonitas	LIMs	HFeO ₂ aq
Cobres grises	CGRs	(Ag, Cu, Fe) ₁₂ (As, Sb) ₄ S ₁₃
Óxidos de Fe	Oxs	Variada

Nota: Esfalerita 1 (ef1): Libre.
Esfalerita 2 (ef2): Con diseminaciones de calcopirita.

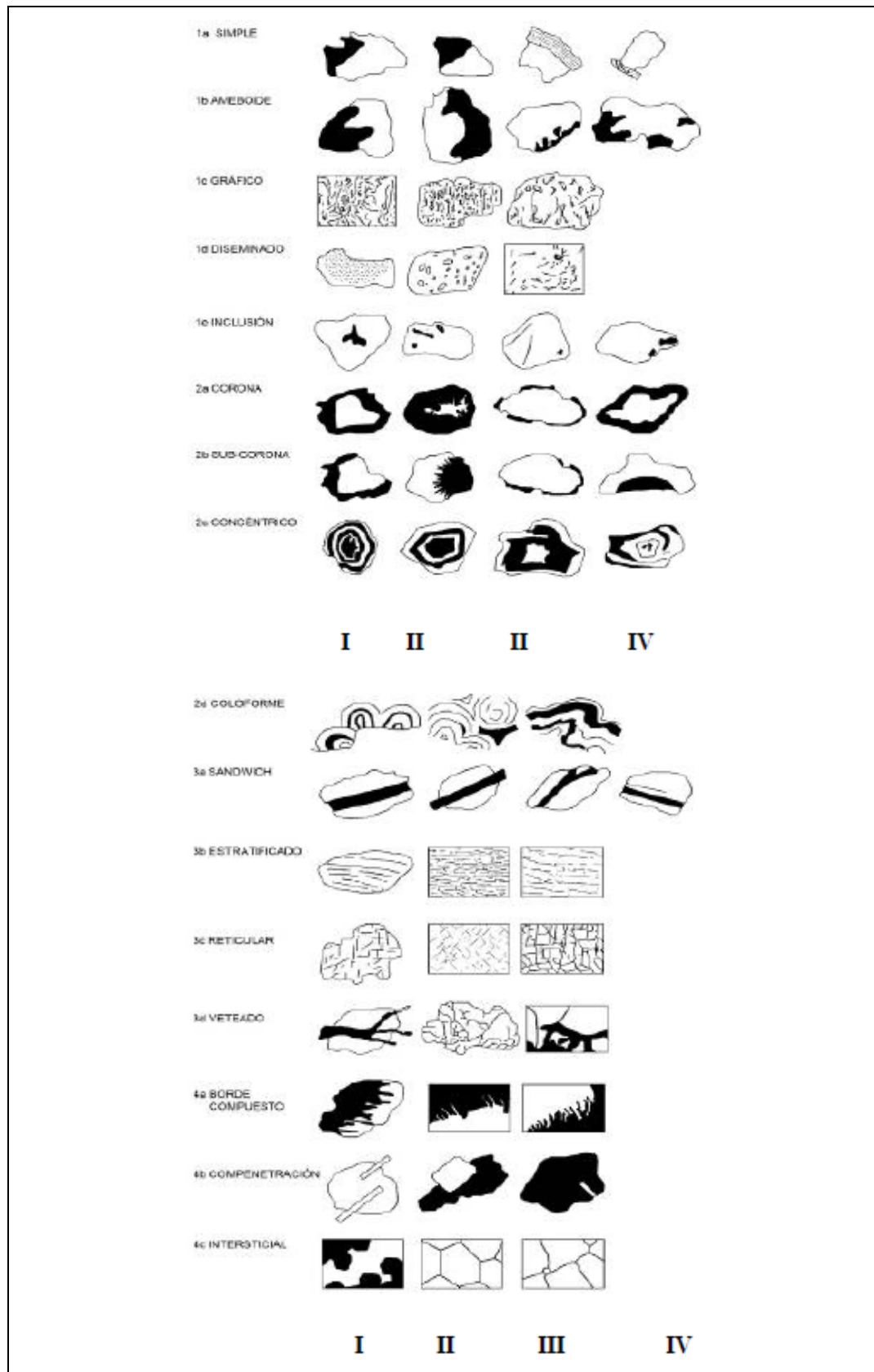


Figura N° 2.15.- Principales tipos de ínter crecimientos.

Tabla N° 2.15.- Minerales libres y asociados a malla 100.

Min. libres	#	#Gr.xPE	% Areal	% Liberacion	GGs	ef1	ef2	cp	py	apy	en	hm	cc	dg	cv	bo	mo	ten	cup	
GGs	460	1196	60,68	91,77	60,68															
ef1	1	4	0,20	47,20		0,20														
ef2	0	0	0,00	0,00			0,00													
cp	9	37,8	1,92	56,78				1,92												
py	79	398,95	20,24	89,17					20,24											
apy	2	12,2	0,62	90,91						0,62										
en	1	4,45	0,23	58,82							0,23									
hm	15	79,5	4,03	96,15								4,03								
cc	1	5,65	0,29	52,22									0,29							
dg	0	0	0,00	0,00										0,00						
cv	0	0	0,00	0,00											0,00					
bo	0	0	0,00	0,00												0,00				
mo	1	5,5	0,28	100,00													0,28			
ten	0	0	0,00	0,00														0,00		
cup	0	0	0,00	0,00																0,00
Min. asociados				Asociaciones																
GGs-py	19	54,52	2,77	1e(I y III)	2,23				0,54											
GGs-cp	17	48,28	2,45	1e(I, III y IV)	1,91			0,54												
GGs-apy	2	5,55	0,28	1e II	0,25					0,03										
GGs-cc	3	9,95	0,50	1b I y 1e III	0,30								0,20							
GGs-py-cc	1	2,66	0,13	1eIII	0,13				0,00				0,00							
py-dg	1	5,08	0,26	1eIV					0,24					0,01						
py-cp	1	5,01	0,25	1eIV				0,01	0,24											
py-hm	3	15,3	0,78	1a I					0,61			0,16								
py-ef1	1	4,74	0,24	3a I		0,06			0,18											
cp-py	1	4,67	0,24	1a II				0,10	0,14											
cp-dg	1	4,48	0,23	2a IV				0,17						0,06						
ef1-cp	1	4,04	0,20	1a I		0,16		0,04												
ef2-cp	1	4,09	0,21	1a II			0,11	0,10												
GGs-cp-py	3	9,37	0,48	1b(II y IV) y 1eIV	0,28			0,16	0,04											
GGs-bn-dg	1	3,9	0,20	1aII y 1bIII	0,07								0,03			0,10				
GGs-py-dg	1	3,36	0,17	1aI y 1eIV	0,09				0,06				0,01							
GGs-py-cp	1	3,74	0,19	1aII y 1bIII	0,07			0,02	0,10											
GGs-bn-py	1	2,85	0,14	1eI	0,12				0,01								0,01			
py-bn-cv	2	9,98	0,51	1b(II y IV)					0,26						0,09	0,15				
cp-dg-cv	1	3,87	0,20	2aI				0,17						0,01	0,01					
en-cc-py	1	4,75	0,24	1aI y 4bII					0,03		0,16		0,06							
cp-dg-apy	1	5,34	0,27	2aIV y 1eIII				0,15		0,03			0,06	0,06						
GGs-hm-ten	2	7,18	0,36	1b(II y IV)	3,64							1,59						1,95		
GGs-hm-cup	1	4,19	0,21	2b (II)	1,30							1,06								1,83
	636	1970,95	100,00		66,12	0,43	0,11	3,38	22,70	0,68	0,38	4,19	0,55	0,18	0,11	0,26	0,28	1,95	1,83	

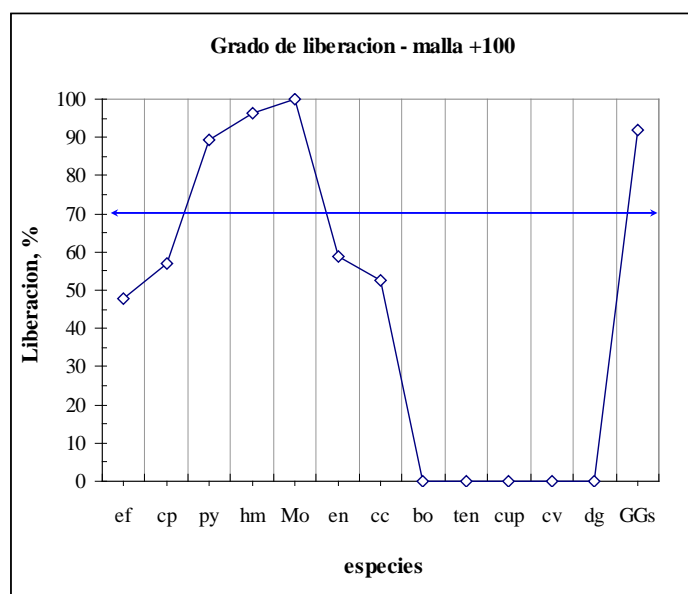


Figura N° 2.16.- Grado de liberación por especies en la malla +100m

Tabla N° 2.16.- Minerales libres y asociados a malla 200.

Min. libres	#	#Gr.xPE	% Areal	% Liberacion	GGs	ef1	ef2	cp	py	apy	en	hm	cc	dg	cv	bo	ten	cup
GGs	305	793,00	60,96	91,53	60,96													
ef1	1	4,00	0,31	43,46		0,31												
ef2	0	0,00	0,00	0,00			0,00											
cp	9	37,80	2,91	65,58				2,91										
py	41	207,05	15,92	91,92					15,92									
apy	4	24,40	1,88	97,40						1,88								
en	2	8,90	0,68	93,19							0,68							
hm	8	42,40	3,26	86,70								3,26						
cc	1	5,65	0,43	48,78									0,43					
dg	0	0,00	0,00	0,00										0,00				
cv	0	0,00	0,00	0,00											0,00			
bo	1	5,09	0,39	44,40												0,39		
ten	1	6,50	0,50	100,00													0,50	
cup	1	6,10	0,47	80,03														0,47
Min. asociados				Asociaciones														
GGs-py	20	54,45	4,19	1e(IV)	3,80				0,39									
GGs-cp	7	20,44	1,57	1a(I)	1,12			0,45										
GGs-cc	1	2,91	0,22	1b(III)	0,18							0,04						
GGs-py-ef1	1	2,99	0,23	1e(III)	0,16	0,03			0,04									
cp-ef1	1	4,18	0,32	1e(I)		0,03		0,29										
dg-cp	1	5,53	0,43	1e(IV)				0,02						0,41				
ef1-py	1	4,05	0,31	1e(IV)		0,29			0,02									
cc-apy	1	5,70	0,44	1e(II)						0,05			0,39					
py-hm	2	10,25	0,79	1b(IV)				0,54				0,24						
GGs-hm-cv	1	3,62	0,28	1b(II) y 1e(IV)	0,12							0,12			0,04			
GGs-cp-dg	1	2,83	0,22	1e(IV)	0,18			0,02					0,02					
cp-cv-dg	2	8,78	0,67	2a(IV)				0,52					0,09		0,07			
dg-cv-bn	1	5,39	0,41	1b(IV)									0,30		0,05	0,06		
py-ef1-cp	1	4,77	0,37	1b(IV)		0,05		0,05	0,27									
ef2-cv-dg	1	4,68	0,36	1a(II)			0,12							0,13	0,11			
bn-en-dg	1	5,07	0,39	1b(IV)							0,05			0,06		0,27		
bn-dg-cp-cc	1	5,05	0,39	1a(II) y 1e(III)				0,08	0,14				0,02	0,13		0,16		
py-cp-dg-cv	1	4,85	0,37	1a(II) y 1b(IV)				0,10	0,14				0,09	0,05				
GGs-hm-cup	1	4,43	0,34	2a(IV)	0,08							0,14						0,12
	420	1300,86	100,00		66,60	0,71	0,12	4,43	17,32	1,93	0,73	3,76	0,89	1,23	0,32	0,88	0,50	0,59

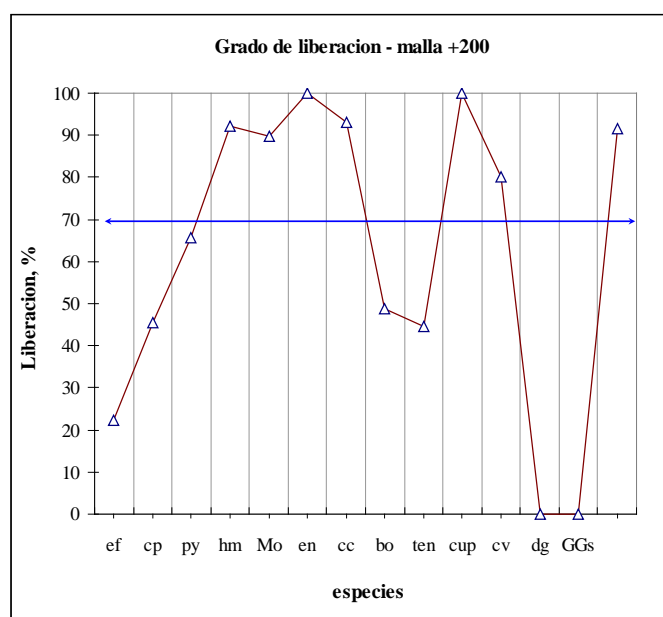


Figura N° 2.17.- Grado de liberación por especies en la malla +200m

Tabla N° 2.17.- Minerales libres y asociados a malla 325.

Min. libres	#	#Gr.xPE	% Areal	% Liberacion	GGs	ef1	ef2	cp	py	apy	en	hm	cc	dg	cv	bo	Au	mo	cup	ten
GGs	1056	2745,60	76,44	98,54	76,44															
ef1	2	8,00	0,22	71,45		0,22														
ef2	0	0,00	0,00	0,00			0,00													
cp	16	67,20	1,87	78,12				1,87												
py	91	459,55	12,79	96,75					12,79											
apy	11	67,10	1,87	97,90						1,87										
en	3	13,35	0,37	75,59							0,37									
hm	18	95,40	2,66	45,51								2,66								
cc	2	11,30	0,31	83,32									0,31							
dg	0	0,00	0,00	0,00										0,00						
cv	0	0,00	0,00	0,00											0,00					
bo	1	5,09	0,14	51,55												0,14				
Au	0	0,00	0,00	0,00													0,00			
mo	1	5,50	0,15	100,00														5,50		
cup	1	6,10	0,17	71,43															6,10	
ten	1	6,50	0,18	100,00																6,50
Min. asociados				Asociaciones																
GGs-py	7	18,71	0,52	1e(III y IV)	0,49				0,03											
GGs-cp	8	21,44	0,60	1e(IV)	0,55			0,05					0,02							
GGs-apy	1	3,34	0,09	1b(IV)	0,05					0,04										
GGs-cp-cc	1	3,39	0,09	1e(III)	0,04			0,04					0,02							
py-Au	1	7,57	0,21	3d(III)					0,11								0,10			
py-cp	3	14,33	0,40	1e(I) y 1a(I)				0,11	0,29											
cp-dg	2	8,51	0,24	2a(III)				0,22					0,01							
cp-ef2	1	4,18	0,12	1e(I) y 1a(I)			0,01	0,11												
en-bn	1	4,48	0,12	2a(III)							0,12					0,01				
bn-cv	1	5,05	0,14	1b(III)											0,01	0,13				
ef1-cc	1	4,33	0,12	1a(I)		0,09							0,03							
hm-cup	1	5,62	0,16	2b(II)								3,18							2,44	
	1231	3591,64	100,00		77,57	0,31	0,01	2,40	13,22	1,91	0,49	5,84	0,38	0,01	0,01	0,27	0,10	5,50	8,54	6,50

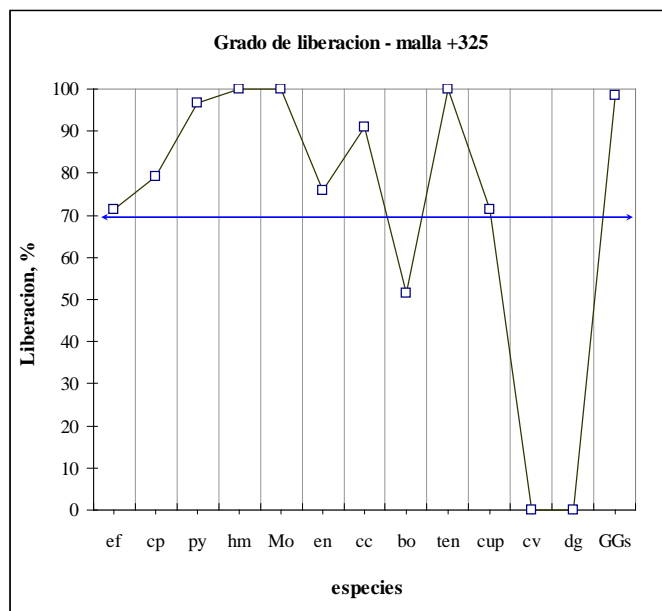


Figura N° 2.18.- Grado de liberación por especies en la malla +325m

Tabla N° 2.18.- Grado de liberación por mallas del mineral de cabeza

Malla	% Peso	ef	cp	py	hm	Mo	en	cc	bo	ten	cup	cv	dg	GGs
100	25,78	47,62	56,96	89,17	96,15	100,00	58,82	52,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91,77
200	22,17	45,45	65,59	92,13	89,89		93,02	48,78	44,44	100,00	80,04	0,00	0,00	91,54
325	13,89	71,43	79,29	96,76	100,00	100,00	75,76	90,91	51,55	100,00	71,43	0,00	0,00	98,54
-325	38,17	96,77	97,65	99,47	95,24	100,00	100,00	88,89	68,18	78,64	0,00	70,92	52,63	99,83
%Peso total		0,51	4,35	16,00	2,68	0,23	0,55	0,57	0,49	0,27	0,18	0,36	0,67	69,56
% liberacion total		68,31	80,84	93,60	94,65	100,00	87,40	66,16	47,59	89,26	77,81	51,10	27,37	95,90

La muestra es un mineral de gangas, pirita, hematita, arsenopirita y calcopirita con contenidos de molibdenita, enargita, calcosita, covelita, bornita, digenita y óxidos de cobre. De acuerdo a este estudio en la malla – 325 los minerales de cobre están prácticamente liberados, las asociaciones son entre minerales de cobre a excepción de la digenita y bornita que mantienen asociación con la arsenopirita. (Ver **anexo N° 1**).

2.5.2 Análisis por microscopía del concentrado

El análisis mineralógico por microscopía óptica del concentrado fue realizado por BISA S.A. Las muestras se prepararon tal como en 2.2.4 y se tamizaron en las fracciones de malla +120, +200, +325, y -325.

Con los datos de este estudio mineralógico se ha confeccionado la tabla N° 2.18. donde se resumen las especies libres y asociadas en la malla 100.

Tabla N° 2.19.- Minerales libres y asociados a malla 100.

<i>Min. libres</i>	#	#Gr.xPE	% Areal	% Liberacion	cp	py	CGRs	mo	bo	en	dg	cc	cv	gn	ef	GGs	
cp	184	772,80	41,89	93,55	41,89												
py	143	722,15	39,14	96,88		39,14											
CGRs	1	4,90	0,27	43,86			0,27										
mo	3	16,50	0,89	93,71				0,89									
bo	1	5,09	0,28	23,66					0,28								
en	1	4,45	0,24	66,78						0,24							
dg	0	0,00	0,00	0,00							0,00						
cc	0	0,00	0,00	0,00								0,00					
cv	5	23,40	1,27	47,36									1,27				
gn	1	7,50	0,41	55,96										0,41			
ef	0	0,00	0,00	0,00											0,00		
GGs	44	114,40	6,20	92,54												6,20	
<i>Min. asociados</i>				<i>Asociaciones</i>													
GGs-cp-py-bo	1	3,73	0,20	1eII	0,09	0,03			0,03							0,06	
ef-cp-cv	1	4,24	0,23	1aII;2bII;1dII	0,05								0,08		0,11		
cp-cv	9	38,95	2,11	1aI;3cI	1,50								0,61				
cc-cv	1	5,17	0,28	1bII								0,15	0,13				
cv-bo	2	9,77	0,53	1bII					0,28				0,25				
bo-cc	1	5,15	0,28	2bII					0,25			0,03					
GGs-py-cp	1	3,82	0,21	1eII	0,07	0,08										0,06	
cp-dg	1	4,90	0,27	3aI	0,11						0,15						
CGRs-ef	1	4,45	0,24	1aII			0,13								0,11		
cp-bo-dg	2	9,18	0,50	3bI	0,30				0,11		0,09						
py-cv	1	4,98	0,27	3bI		0,22							0,05				
ef-cv	1	4,14	0,22	2bII									0,05		0,17		
GGs-cv	1	3,02	0,16	1aII									0,05			0,11	
GGs-cp-py-cv	2	7,52	0,41	1aII;1eII	0,14	0,08							0,08			0,11	
GGs-py-cp-ef-cv	1	4,00	0,22	1eII	0,05	0,08							0,03		0,02	0,04	
py-bo-cv	1	4,99	0,27	1aIII;3cI		0,14			0,08				0,05				
cp-py	2	9,17	0,50	4bII	0,25	0,25											
ef-cp	3	12,60	0,68	1dII	0,07										0,59		
py-en	1	4,75	0,26	1aII		0,14				0,12							
py-dg	1	5,27	0,29	1aII		0,16					0,12						
GGs-py-bo-cv-cp-CGRs	1	3,95	0,21	1aII;4bII	0,02	0,05	0,03		0,06				0,03			0,04	
cp-CGRs	1	4,55	0,25	1aII	0,11		0,13										
cp-gn	1	5,85	0,32	1bII	0,11									0,20			
GGs-py-cp-mo	1	3,59	0,19	1aIII;1eII	0,02	0,03		0,06								0,08	
bo-cc-gn-CGRs	1	5,89	0,32	1aII;2bII		0,05	0,05		0,08			0,06	0,12				
	422	1844,82	100,00		44,78	40,40	0,61	0,95	1,17	0,36	0,36	0,24	2,68	0,73	1,00	6,70	

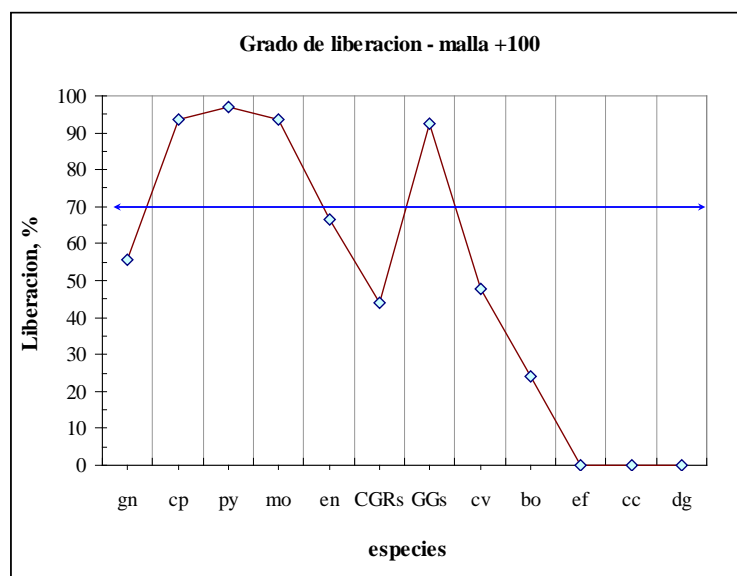


Figura N° 2.19.- Grado de liberación por especies en la malla +100m

Tabla N° 2.20.- Minerales libres y asociados a malla 200.

<i>Min. libres</i>	#	#Gr.xPE	% Areal	% Liberacion	cp	py	mo	bo	dg	cc	cv	gn	ef	GGs
cp	5	21,00	11,85	67,55	11,85									
py	6	30,30	17,09	73,23		17,09								
mo	2	11,00	6,21	86,97			6,21							
bo	0	0,00	0,00	0,00				0,00						
dg	0	0,00	0,00	0,00					0,00					
cc	0	0,00	0,00	0,00						0,00				
cv	0	0,00	0,00	0,00							0,00			
gn	2	15,00	8,46	100,00								8,46		
ef	1	4,00	2,26	58,82									2,26	
GGs	13	33,80	19,07	60,19										19,07
<i>Min. asociados</i>				<i>Asociaciones</i>										
GGs-cc-cv	1	3,42	1,93	1bII						0,64	0,26			1,03
GGs-py	6	18,79	10,60	1aII;1eII		3,70								6,89
GGs-cp-cv	1	3,29	1,86	1bI,II;2bI,1eII	0,71						0,26			0,88
GGs-cp	1	3,40	1,92	1bI,II;2bI,1eII	1,18									0,73
GGs-cp-py-bo-cc	1	2,99	1,69	1aI;1eII	0,24	0,28		0,29						0,88
dg-cv	1	5,32	3,00	2bII					2,21		0,79			
cp-cc-cv	1	4,39	2,48	2bII	1,90					0,32	0,26			
GGs-cp-py-cv	1	3,37	1,90	1aII;1eII	0,47	0,28					0,26			0,88
ef-cp	1	4,20	2,37	1dII	0,71							1,58		
GGs-mo	1	3,47	1,96	1aIII			0,93							1,03
py-GGs-cp	1	4,48	2,53	1aII	0,24	1,99								0,29
bo-dg-cv-cp	1	5,04	2,84	1bIII;3aI	0,24			0,57	1,58		0,53			
	46	177,26	100,00		17,54	23,34	7,14	0,86	3,79	0,96	2,36	8,46	3,84	31,68

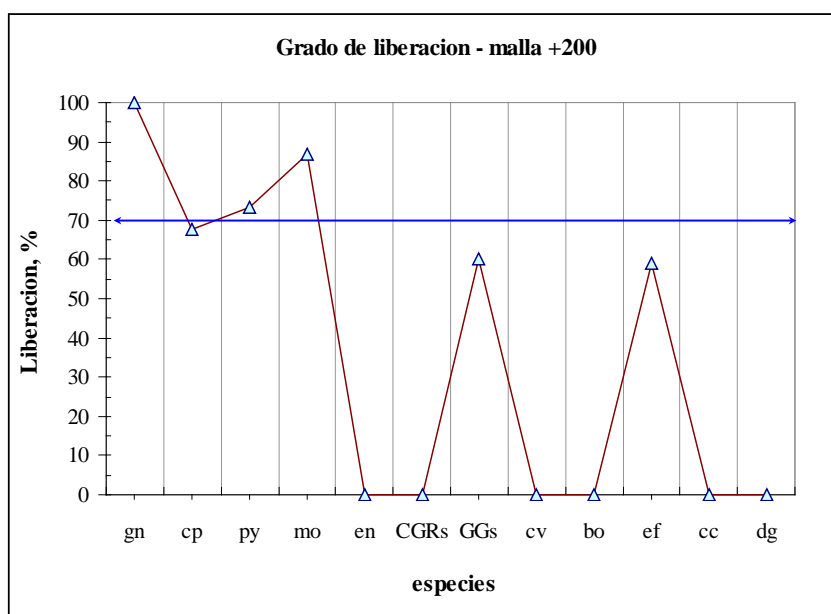


Figura N° 2.20.- Grado de liberación por especies en la malla +200m

Tabla N° 2.21.- Minerales libres y asociados a malla 325.

Min. libres	#	#Gr.xPE	% Areal	% Liberacion	cp	py	CGRs	bo	mo	en	ef	dg	cc	cv	gn	GGs	LIMs	hm
cp	193	810,60	41,69	86,95	41,69													
py	101	510,05	26,23	84,51		26,23												
CGRs	1	4,90	0,25	48,28			0,25											
bo	2	10,18	0,52	25,01				0,52										
mo	6	33,00	1,70	92,38					1,70									
en	1	4,45	0,23	52,15						0,23								
ef	0	0,00	0,00	0,00							0,00							
dg	1	5,60	0,29	30,07								0,29						
cc	1	5,65	0,29	28,47									0,29					
cv	1	4,68	0,24	16,15										0,24				
gn	4	30,00	1,54	71,01											1,54			
GGs	63	137,80	7,09	76,15												7,09		
LIMs	0	0,00	0,00	0,00													0,00	
hm	0	0,00	0,00	0,00														0,00
Min. asociados				Asociaciones														
py-bo-dg	5	25,55	1,31	1aI;3cI		1,01		0,16				0,14						
GGs-cv	3	10,71	0,55	1eI										0,34		0,21		
ef-cp	6	24,36	1,25	1dII	0,39						0,86							
py-dg	1	5,16	0,27	2bIII;1eII		0,21						0,06						
GGs-cp	14	42,64	2,19	1aII,III;1eII	0,84											1,35		
cp-cv	13	56,04	2,88	1bI;2bI	2,16									0,72				
en-py	1	4,51	0,23	1bIV		0,03				0,21								
cp-dg	1	4,48	0,23	3cI	0,17							0,06						
py-bo-cp	4	19,40	1,00	1aII;1eII	0,22	0,47		0,31										
py-cp	12	56,27	2,89	1aI,II	1,10	1,79												
cp-bo-dg	3	14,52	0,75	3cI	0,28			0,24				0,23						
bo-py	2	10,13	0,52	1aII;1eII		0,31		0,21										
GGs-py-dg	1	4,05	0,21	2aI;2bI		0,03						0,12					0,07	
bo-cc	3	16,22	0,83	1aII				0,34					0,49					
py-ef	2	9,58	0,49	1aIV;1eII		0,39					0,10							
GGs-py	1	3,09	0,16	1aIII		0,05											0,11	
GGs-cp-py	4	15,10	0,78	1aI;1eII	0,24	0,31											0,23	
cp-CGRs	1	4,27	0,22	1eII	0,19		0,03											
cp-py-gn	1	4,70	0,24	1eII	0,15	0,05									0,04			
GGs-LIMs	1	3,05	0,16	impregnacion												0,07	0,09	
cp-cc	1	4,93	0,25	3aI;3bI	0,11								0,15					
GGs-ef-cp	1	3,32	0,17	1aIII;3dIII	0,02						0,08						0,07	
bo-dg-cv	1	5,10	0,26	2bII				0,21				0,03		0,02				
CGRs-gn-ef-cp	1	5,34	0,27	1aII;1bIV	0,02		0,08				0,06				0,12			
cp-gn	2	11,37	0,58	1aII;1bI	0,24										0,35			
GGs-mo-cp	1	4,12	0,21	1aIII,1eII	0,04				0,14							0,04		
py-CGRs-gn	1	5,25	0,27	1aII;1eII		0,16	0,08								0,04			
GGs-cp-hm	1	3,49	0,18	1aII	0,09											0,07		0,03
CGRs-gn-bo-dg	1	5,57	0,29	1aII;2aI			0,08	0,10				0,03			0,08			
cc-cv	1	4,97	0,26	1aII									0,09	0,17				
	464	1944,20	100,00		47,95	31,04	0,52	2,09	1,84	0,44	1,10	0,96	1,02	1,49	2,17	9,31	0,09	0,03

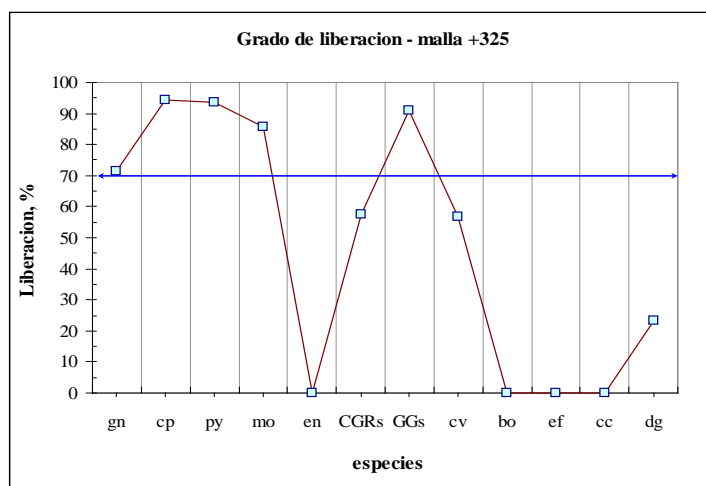


Figura N° 2.21.- Grado de liberación por especies en la malla +325m

Tabla N° 2.22.- Grado de liberación por mallas del concentrado

Malla	% Peso	gn	cp	py	mo	en	CGRs	GGs	cv	bo	ef	cc	dg
120	0,20	55,76	93,54	96,88	93,72	66,55	43,88	92,44	47,65	24,08	0,00	0,00	0,00
200	6,75	100,00	67,57	73,17	86,96			60,19	0,00	0,00	58,86	0,00	0,00
325	24,90	71,39	86,94	84,52	92,32	52,75	49,80	76,26	16,09	24,87	0,00	28,53	30,45
-325	68,15	71,40	94,24	93,72	85,66		57,56	90,91	56,67	0,00	0,00	0,00	23,24
% Peso total		1,90	48,72	30,96	1,66	0,11	1,09	9,01	1,48	1,47	1,11	0,85	1,40
% liberacion total		79,98	91,80	90,38	87,88	52,84	56,66	79,85	40,29	8,86	13,74	8,52	20,20

El concentrado se compone principalmente de calcopirita y pirita con molibdenita como subproducto. En la malla – 325 la calcopirita, pirita y gangas están liberados en mas del 90% mientras la molibdenita esta en mas del 80%. Las principales asociaciones se dan entre la ef-cp, cp-cv, cp-bo-dg, GGs-cp-py, GGs-mo, GGs-cp-mo. También podemos afirmar que la liberación total promedio de la calcopirita, pirita y molibdenita desde la malla 100 hasta – 325 mallas es del orden del 90% mientras que la covelita, digenita, esfalerita, bornita y calcosita presentan liberación parcial o nula.

CAPITULO III

PRUEBAS DE CONMINUCION Y FLOTACION

3.1. Determinación del work index

3.1.1 Determinación del work index en molino Bond de bolas

Se emplea el método estándar descrito por BOND.

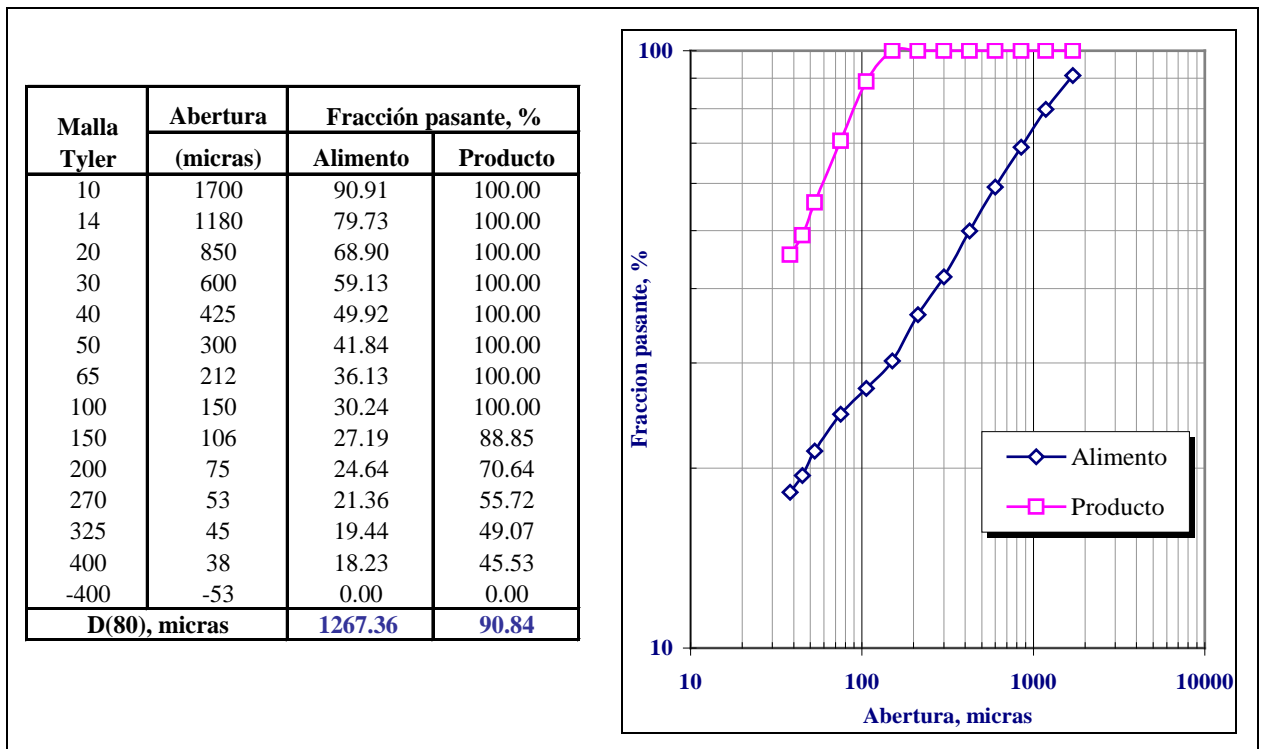


Figura N° 3.1.- Cálculo del F(80) del alimento y P(80) del producto

Alimento:

Según Schumman:

$$F(x) = 100 \cdot \left(\frac{X}{2138.483} \right)^{0.42653}$$

$$R^2 = 0.997$$

$$F(80) = 1267.36 \text{ micras}$$

Según R.Rammler:

$$Ln(100/G(x)) = \left(\frac{X}{632.8547} \right)^{0.6135}$$

$$R^2 = 0.974$$

$$F(80) = 1374.62 \text{ micras}$$

Se elige la ecuación de Schumann por tener mejor coeficiente de correlación (R^2).

Por lo tanto el $F(80) = 1267.36 \mu$ que se encuentra entre las mallas 14m y 10m tyler.

Producto:

Similar al proceso anterior. Se elige la ecuación de Schumman y se obtiene:

$$F(x) = 100 \cdot \left(\frac{X}{126.949} \right)^{0.6668}$$

$$P(80) = 90.843 \mu$$

Moliendabilidad para el work index**Tabla N° 3.1.- Moliendabilidad para el work index molino de bolas**

Alimento: 1539.30		F (ideal) : 439.80					
% -100m: 30.24							
Ciclo N°	N° Rev.	-P1 Alim.	Producto			Gbp g/Rev.	Rcc %
			+P1 g	-P1 g	-P1 Neto g		
1	100	465.5	1003.2	536.1	70.6	0.7062	187
2	393	162.1	858.3	681.0	518.9	1.3203	126
3	177	205.9	1047.2	492.1	286.2	1.6168	213
4	180	148.8	1135.3	404.0	255.2	1.4177	281
5	224	122.2	1073.2	466.1	343.9	1.5354	230
6	195	140.9	1109.2	430.1	289.2	1.4828	258
7	209	130.1	1082.2	457.1	327.0	1.5648	237
8	193	138.2	1099.8	439.5	301.3	1.5610	250
Gbp para Rcc = 250%						1.5610	
Referencia		133.0	1099.5	439.8	306.8	-	250

Calculo del work index

Se aplica la ecuación de Bond para F80: 1267.36 μm ; P80: 90.843 μm ; C1 (micras):

150 (abertura malla corte 100m Tyler) y moliendabilidad: Gbp (g/Rev.): 1.5610,

$$WI = \frac{44.5}{C_1^{0.23} \cdot Gbp^{0.82} \cdot \left(\frac{10}{\sqrt{P80}} - \frac{10}{\sqrt{F80}} \right)} (KWh/TC)$$

Reemplazando valores:

$$W.I. = 12.70 (Kwh./TC)$$

$$W.I. = 13.97 (Kwh./TM)$$

3.1.2 Determinación del work index en molino Bond de barras

La prueba se realiza de acuerdo a lo establecido por BOND.

Calculo de F (80) y P (80)

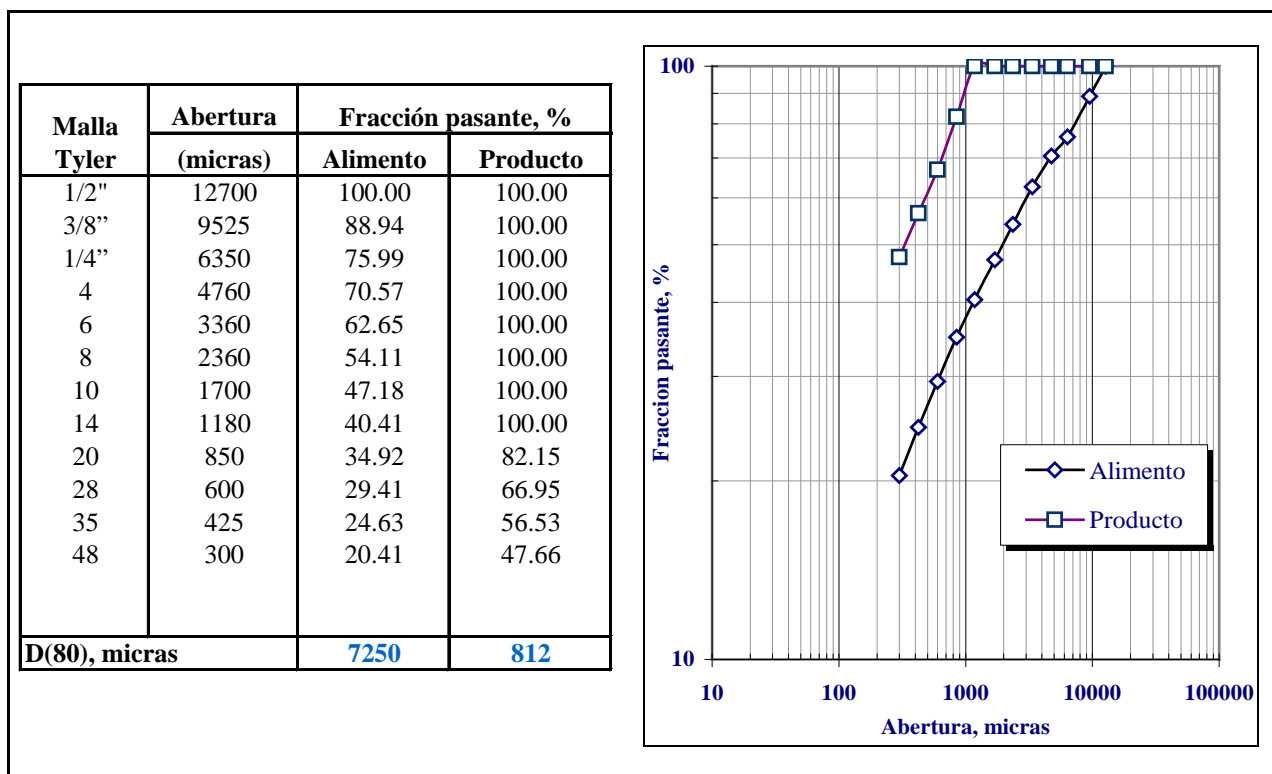


Figura N° 3.2.- Análisis de mallas del alimento y producto final

Tabla N° 3.2.- Moliendabilidad para el work index molino de barras

Alimento :		2604.0	F (ideal) :			1302.0			
% -14m :		40.41							
Ciclo N°	N° Rev.	-P1 Alim.	Producto			Gbp g/Rev.	Rcc %		
			+P1 g	-P1 g	-P1 Neto g				
1	50	1052.2	867.1	1736.9	684.7	13.6940	49.9		
2	44	701.8	1269.4	1334.6	632.8	14.4378	95.1		
3	53	539.3	1377.0	1227.0	687.7	13.0181	112.2		
4	62	495.8	1404.2	1199.8	704.0	11.3679	117.0		
5	72	484.8	1321.5	1282.5	797.7	11.0966	103.0		
6	71	518.2	1333.4	1270.6	752.4	10.6520	104.9		
7	74	513.4	1301.9	1302.1	788.7	10.6534	100.0		
Gbp para Rcc = 100%						10.6534			
Referencia		526.1	1302.0	1302.0	775.9	-	100.0		

Cálculo del Work Index

Con los datos calculados F80: 7250 micras, P80: 812 micras, C1 (micras de malla de corte): 1180 (14m Tyler), y moliendabilidad del mineral (Gbp): 10.6534 g/Rev. Se aplica la ecuación de Bond para molino de barras:

$$WI = \frac{62.0}{C_1^{0.23} \cdot Gbp^{0.625} \cdot \left(\frac{10}{\sqrt{P80}} - \frac{10}{\sqrt{F80}} \right)} (KWh/TC)$$

$$WI\text{-barras} = 11.9 \text{ kWh/tc}$$

$$WI\text{-barras} = 13.1 \text{ kWh/tm}$$

Considerando la escala de suave (8 – 12), medio (12 – 16) y duro (16 – 20). Este mineral esta en la escala de índice mediano.

3.2. Pruebas de moliendabilidad

- P. Muestra: 1000g
- Dilución: 1/1
- PH natural: 6.61

Tiempo de Molienda: 5 minutos

Tabla N° 3.3.- Producto a los 5 minutos de molienda

Malla	Abertura X (μ)	5 min.		
		Peso g	Peso %	G(X)
50	300	194.8	19.48	19.48
65	212	109.3	10.93	30.41
100	150	120.8	12.08	42.49
150	106	105.5	10.55	53.04
200	75	79.6	7.96	61.00
-200	-75	390.0	39.00	100.00
		1000.0	100.00	

Tiempo de Molienda: 10 minutos

Tabla N° 3.4.- Producto a los 10 minutos de molienda

Malla	Abertura X (μ)	10 min.			
		Peso g	Peso %	G(X)	F(X)
50	300	41.6	4.16	4.16	95.84
70	212	74.9	7.49	11.65	88.35
100	150	134.5	13.45	25.10	74.90
150	106	138.4	13.84	38.94	61.06
200	75	112.0	11.20	50.14	49.86
-200	-75	498.6	49.86	100.00	0.00
		1000.0	100.00		

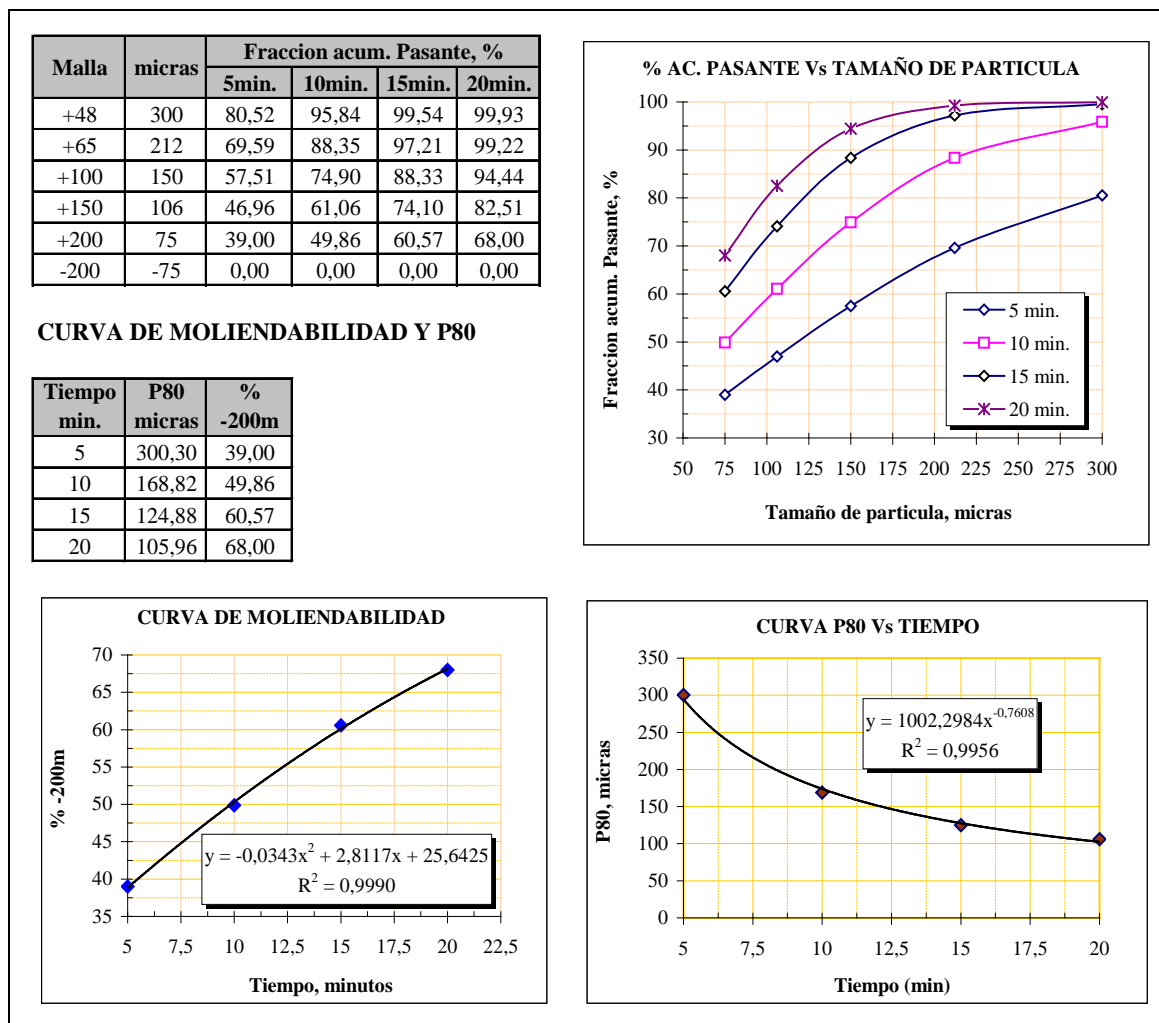
Tiempo de Molienda: 15 minutos**Tabla N° 3.5.- Producto a los 15 minutos de molienda**

Malla	Abertura X (μ)	15 min.			
		Peso g	Peso %	G(X)	F(X)
50	300	4.6	0.46	0.46	99.54
70	212	23.3	2.33	2.79	97.21
100	150	88.8	8.88	11.67	88.33
150	106	142.3	14.23	25.90	74.10
200	75	135.3	13.53	39.43	60.57
-200	-75	605.7	60.57	100.00	0.00
		1000.0	100.00		

Tiempo de Molienda: 20 minutos**Tabla N° 3.6.- Producto a los 20 minutos de molienda**

Malla	Abertura X (μ)	20 min.			
		Peso g	Peso %	G(X)	F(X)
50	300	0.7	0.07	0.07	99.93
70	212	7.1	0.71	0.78	99.22
100	150	47.8	4.78	5.56	94.44
150	106	119.3	11.93	17.49	82.51
200	75	145.1	14.51	32.00	68.00
-200	-75	680.0	68.00	100.00	0.00
		1000.0	100.00		

Curvas de moliendabilidad y P80



Para obtener un 65% -200m se requieren:

$$t = 19 \text{ min. y P80} = 110 \text{ micras.}$$

3.3. Pruebas de flotación

Se ejecuto un primer grupo de pruebas con la finalidad de determinar parámetros iniciales de trabajo, como la influencia del grado de molienda y pH en la recuperación y grado de concentrado a producir. El segundo grupo de pruebas se realizo con los in-

Esquema general: Pruebas de flotación del 1 Al 10

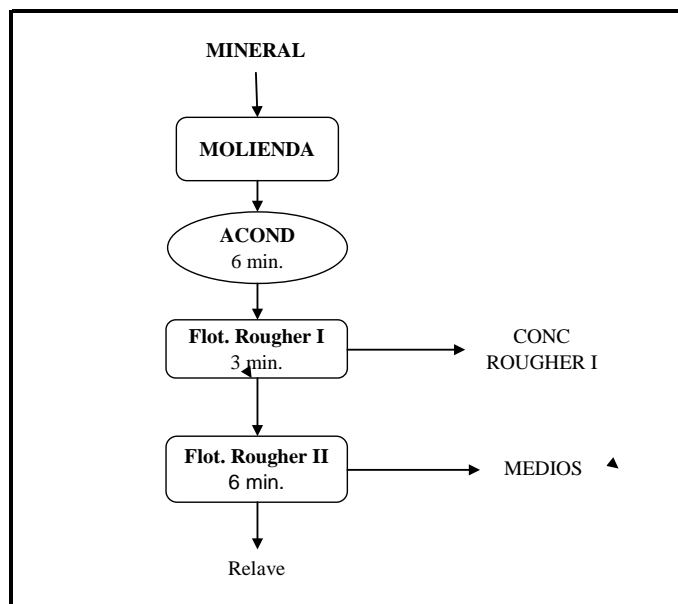


Figura N° 3.4.- Esquema general de pruebas de flotación del 1 al 10.

Esquema general prueba 11

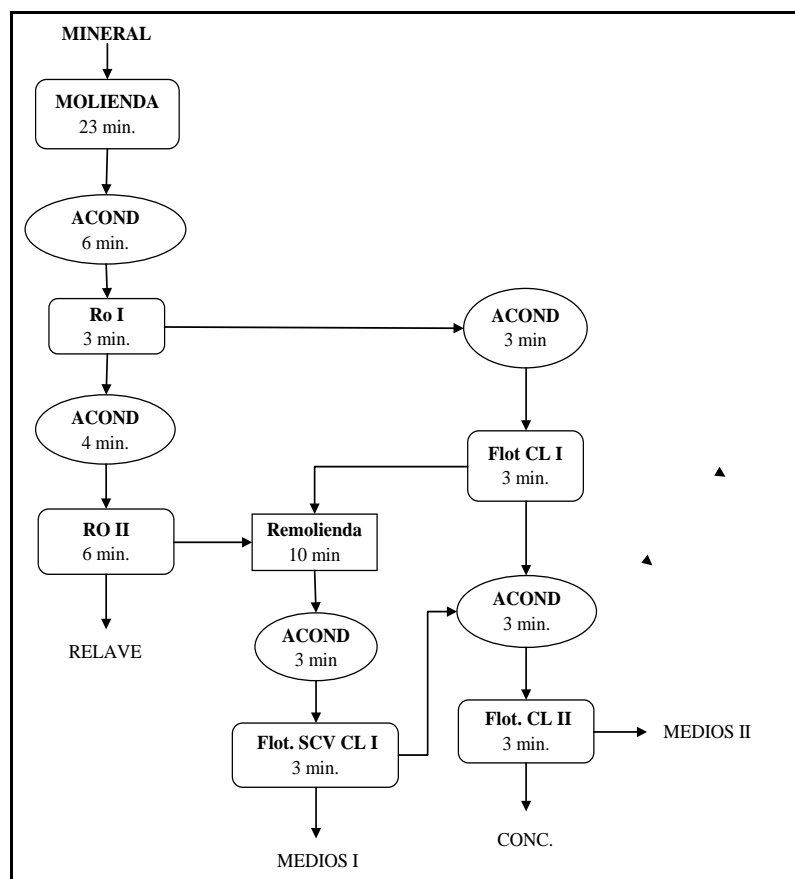


Figura N° 3.5.- Esquema general de la prueba de flotación N° 11.

Esquema general: pruebas del 12 AL 15

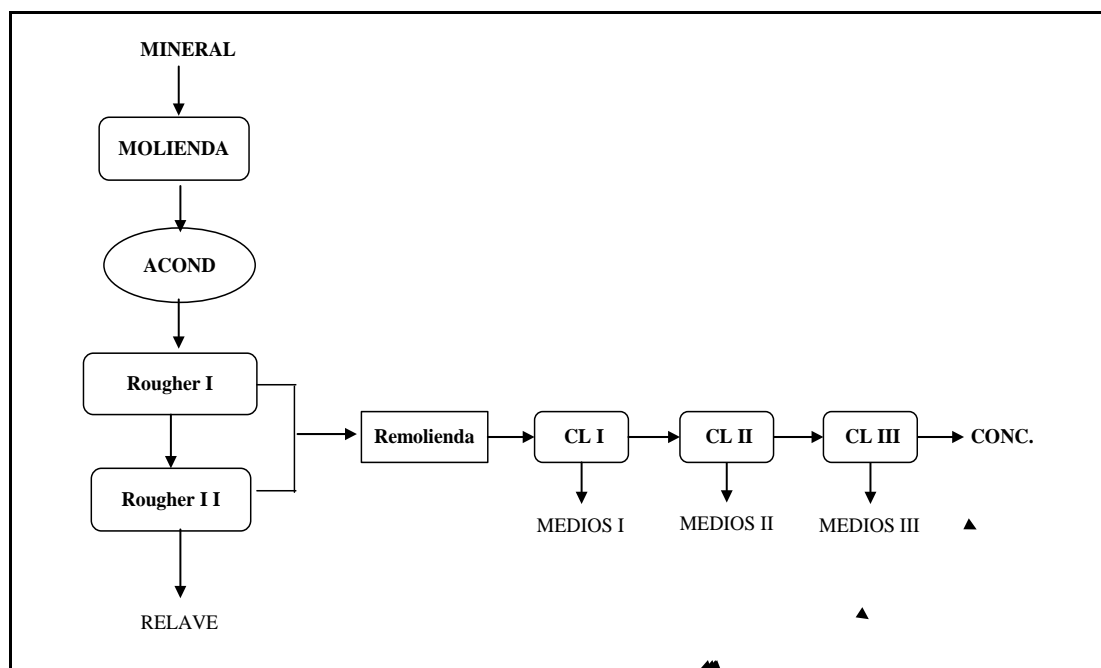


Figura N° 3.6.- Esquema general de pruebas de flotación del N° 12 al N° 15.

Evaluación de variables

Pruebas del 1 al 10

Tabla N° 3.8.- Condiciones de flotación rougher para pruebas del 1 al 10

N° test	Molienda, g/t					Rougher I, g/t						Rougher II, g/t					Recup. %Cu
	P80 um	Cal	A404	MT 506	Spri 1018	Z-6	A3894	MIBC	A242	cal	pH	Z-6	A3894	A242	cal	pH	
1	150	1500	32			50	35,1		33	542	10,5	60	35,1	33	409	10,5	74,40
2	125	1500	32			50	35,1		33	525	10,5	50	35,1	33	318	10,5	75,74
3	110	1500	32			50	35,1		33	802	10,5	60	35,1	33	358	10,5	80,94
4	110		32			50	35		33		7,0	60	35,1	33		7,4	60,92
5	110	1500	32			50	35		33	520	9,4	60	35,1	33	212	9,4	64,91
6	90	1500	32			50	35		33	316	10,5	60	34,7	33	118	10,5	71,70
7	90	1500	32		15						10,4					10,2	73,16
8	90	1500	32		6			9		226	10,7					10,7	72,73
9	90	1500	48	39	6	25		27		373	10,9	40				10,6	74,35
10	90	1500	48		6	25		9		250	10,5	40				10,4	71,96

Pruebas del 11 al 15

Tabla N° 3.9.- Condiciones de flotación rougher-cleaner para pruebas del 11 al 15

N° test	Molienda, g/t					Rougher I, g/t				Rougher II, g/t				Remolienda			Etapas cleaner		Recup., %		
	P80 um	Cal	A404	MT 506	Spri 1018	Z-6	MIBC	cal	pH	Z-6	MT 506	Na2S	cal	pH	t min	MT 506	cal	N° Etapas	pH	Cu	Mo
11*	90	1500		52	18	30	18	327	10,5	30	26		88	10,5	10	13	300	2	11,5	81,05	85,82
12	90	1500	32	52	18	30	9	167	10,5	30	26		371	10,7	10	13	300	2	11,9	72,85	72,54
13	90	1500	32	52	18	30	18	166	10,5	30	26	200	119	10,7	10	13	300	3	12,0	76,02	79,18
14	90	1500	32	52	18	30	18	119	10,5	30	13	200	155	10,6	10	6,5	300	3	12,0	78,08	81,98
15	90	1500		39		20	27	450	10,5	40	26	500	140	10,5	20	13	500	2	12,0	82,11	82,50

* se realizó etapa cleaner-scavenger I. En el acondicionamiento scv-cl I se añadió MIBC, 9g/t y cal, 162g/t a pH 11,5.

Pruebas del 16 al 17

Tabla N° 3.10.- Reactivos y condiciones de cinética de flotación Rougher

N° test	Molienda, g/t					Rougher I, g/t					Rougher II, g/t					% Recup.	
	P80 um	Cal	MT 3680	MT 506	Spri 1018	Z-6	A404	MIBC	cal	pH	Z-6	MT 3680	MT 506	cal	pH	Cu	Mo
16	90	1500	60,8		18	50		18	432	10,6	15	30,4			10,6	82,2	82,89
17	90	1600		13,0	6	15	32	18	675	10,7	15	30,4	30,4	139	10,5	81,6	79,68

3.3.1.1 Determinación del grado de molienda

Para la determinación del grado de molienda se desarrollo 4 test en las cuales se mantuvieron constantes las dosificaciones de reactivos y el pH.

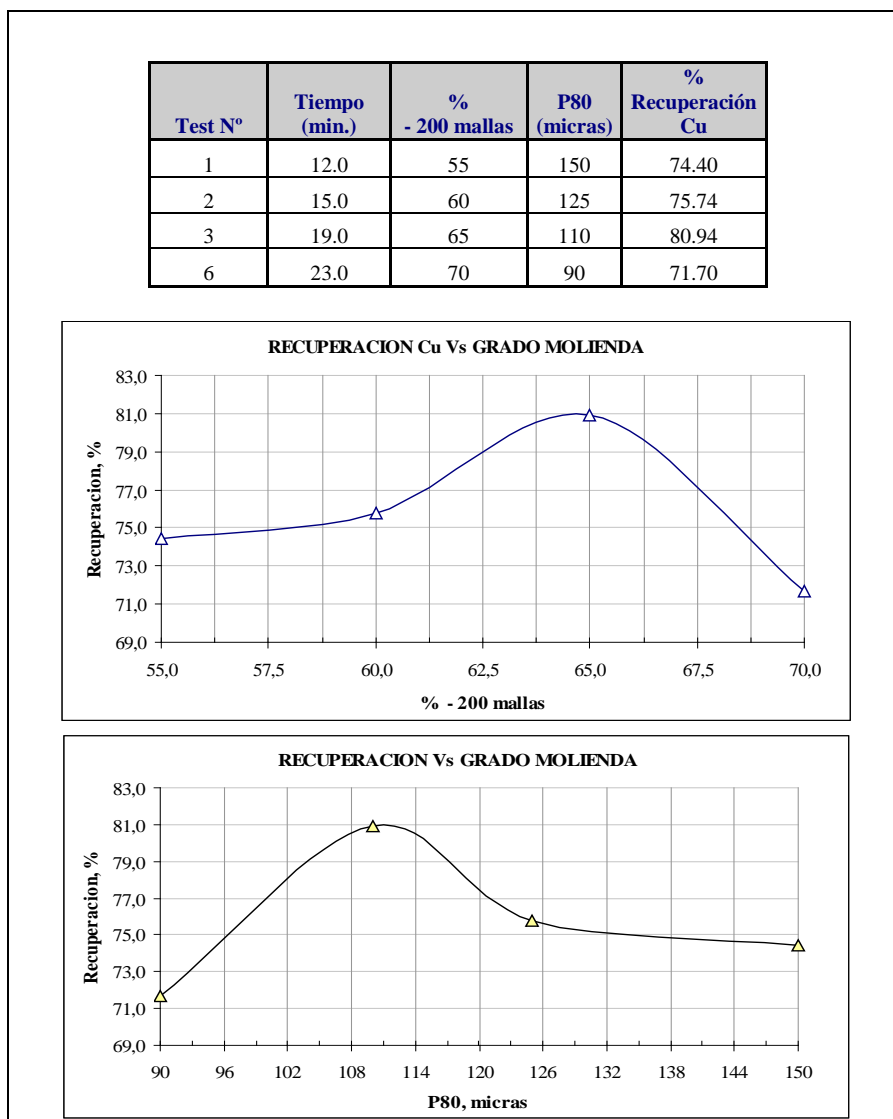


Figura N° 3.7.- Esquema de la recuperación versus el grado de molienda

De los cuadros anteriores se determina que el grado de molienda adecuado para proseguir con las pruebas futuras es 65% - 200 mallas tyler.

3.3.1.2 Determinación del pH

Para la determinación del pH se desarrollo 3 test manteniendo constante el grado de molienda y la dosificación de reactivos.

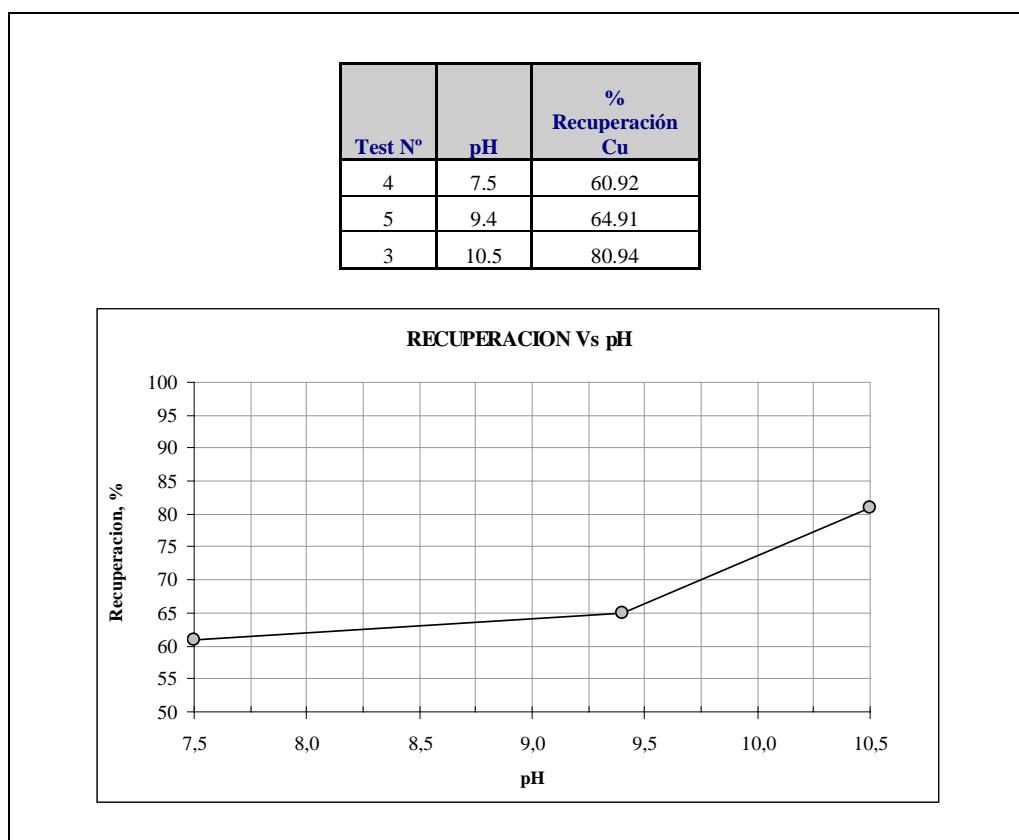


Figura N° 3.8.- Esquema de recuperación versus el pH

De la grafica se determina que el pH adecuado para obtener mejor recuperación en la etapa rougher es 10.50.

3.3.1.3 Curvas de comparación de dosificación de reactivos

Para la mejor performance se selecciona una combinación de colectores entre xantatos, como colectores fuertes y ditiofosfatos o tionocarbamatos como colectores selectivos de acción más lenta, selectiva y con propiedades depresoras y espumantes. Los principales reactivos empleados se resumen en la tabla N° 3.7.

Tabla N° 3.11.- Descripción de reactivos

	Reactivos	Nombre genérico	Descripción
C O L E C T O R E S	Z - 6; Z -11	Xantato amílico de potasio; xantato isopropílico de sodio.	En solución de 1-10% en la flotación rougher y scavenger de cobre.
	MT-506	Ditiofosfato modificado	Puro en la flotación de cobre.
	MT-3680	Isopropil etil tionocarbamato modificado	Colector para cobre y molibdeno
	A-404	Mercaptobenzothiazol	Puro, se añade en la molienda para flotación de plata y óxidos de cobre.
	A-242	Ditiofosfato	Puro, se añade en la molienda para flotación de cobre.
	A-3894	Isopropil etil tionocarbamato	Puro, se añade en la molienda para flotación de cobre.
	IMP-222	Compuesto de colectores y espumantes	Puro, se añade en la molienda para flotación de molibdeno y cobre
	SPRI-1018	Compuesto de hidrocarburos de base alcohólica.	Puro, se añade en la molienda para flotación de molibdeno y cobre.
	MP-700	Isopropil etil tionocarbamato modificado.	Puro, se añade en la molienda para flotación de molibdeno y cobre.
	AR-3322	Ditiofosfato amílico de sodio	Puro, se añade en la molienda para flotación de molibdeno.
	Petróleo	Diesel	Puro añadido a la molienda para flotación de molibdeno.
D E P R E S O R E S	Cal	Oxido de calcio.	Modificador del pH y depresor de fierro.
	NaCN	Cianuro de sodio	Depresor de cobre y fierro.
	Quebracho	Orgánico natural	Depresor de fierro
	Min250		Al 10% diluido como dispersante de lamas y depresor de fierro. Es de color negro.
	NaHS	Sulfhidrato de sodio.	En solución como depresor de cobre y fierro.
	Na₂S₂O₅.H₂O	Metabisulfito de sodio	En solución, añadido a la molienda y re-molienda permite la depresión del fierro.
	D-640		El flomin 640 es un depresor de pirita.
E S P U M. M.	MIBC	Metil isobutil carbinol	Estabilizador de la espuma.
	Oreprep521	Espumante de base alcohólica.	En el rougher, mejora la calidad y altura del colchón de espuma.
	F-650	Espumante Flomin 650	Mejora la estabilidad de la espuma.

Para la comparación de la dosificación de reactivos se realizaron test completos de flotación manteniendo constante el grado de molienda y el pH.

Tabla N° 3.12.- Consumo de reactivos y recuperación.

Condiciones	N° Test	Reactivo (gramos/tonelada)					Remol.	Ley %Cu	Rec. %Cu	Rec. %Mo	Rec. %CuOx
		Z-6 (110)	3894 (70,2)	A-404 (32)	A-242 (66)	pH(10,5)					
mol. 19 min	3	Z-6 (110)	3894 (70,2)	A-404 (32)	A-242 (66)	pH(10,5)		1,960	80,94		61,61
	5	Z-6 (110)	3893 (70,1)	A-404 (32)	A-242 (66)	pH(9,4)		2,320	64,91		48,41
mol. 23 min	6	Z-6 (110)	3894 (69,7)	A-404 (32)	A-242 (66)			2,609	71,70		50,28
mol. 23min	12	Z-6 (60)	Spri 1018 (18)	A-404 (32)	MT-506 (91)		10min	2,779	72,85	72,54	48,83
	15	Z-6 (60)			MT-506 (78)	Na2S (600)	20min	2,829	82,11	82,50	60,79
mol. 23min.	10	Z-6 (65)	Spri 1018 (6)	A-404 (48)	AR-3322 (63)			2,848	71,96		44,64
	7	IMP222 (120)	Spri 1018 (15)	A-404 (32)	MP 700 (60)			2,889	73,16		44,14
	8	MT506 (120)	Spri 1018 (6)	A-404 (32)	ARG-431 (60)			2,963	72,73		45,47
mol. 23min	11	Z-6 (60)	Spri 1018 (18)		MT-506 (91)		10min	3,068	81,05	85,82	54,54
mol. 23 min	9	Z-6 (65)	Spri 1018 (6)	A-404 (48)	MT-506 (65)			3,133	74,35		47,04
mol. 19 min	4	Z-6 (110)	3894 (70,1)	A-404 (32)	A-242 (66)	pH(7,4)		3,136	60,92		44,83
mol. 23 min	13	Z-6 (60)	Spri 1018 (18)	Bisulf (450)	MT-506 (91)	Na2S (450)	10min	3,190	76,02	79,18	67,51
	14	Z-6 (60)	Spri 1018 (18)	A-404 (32)	MT-506 (71,5)	Na2S (450)	10min	4,213	78,08	81,98	62,04

Nota: Todas las pruebas de flotacion salvo las que se indican se realizaron a pH 10,5.

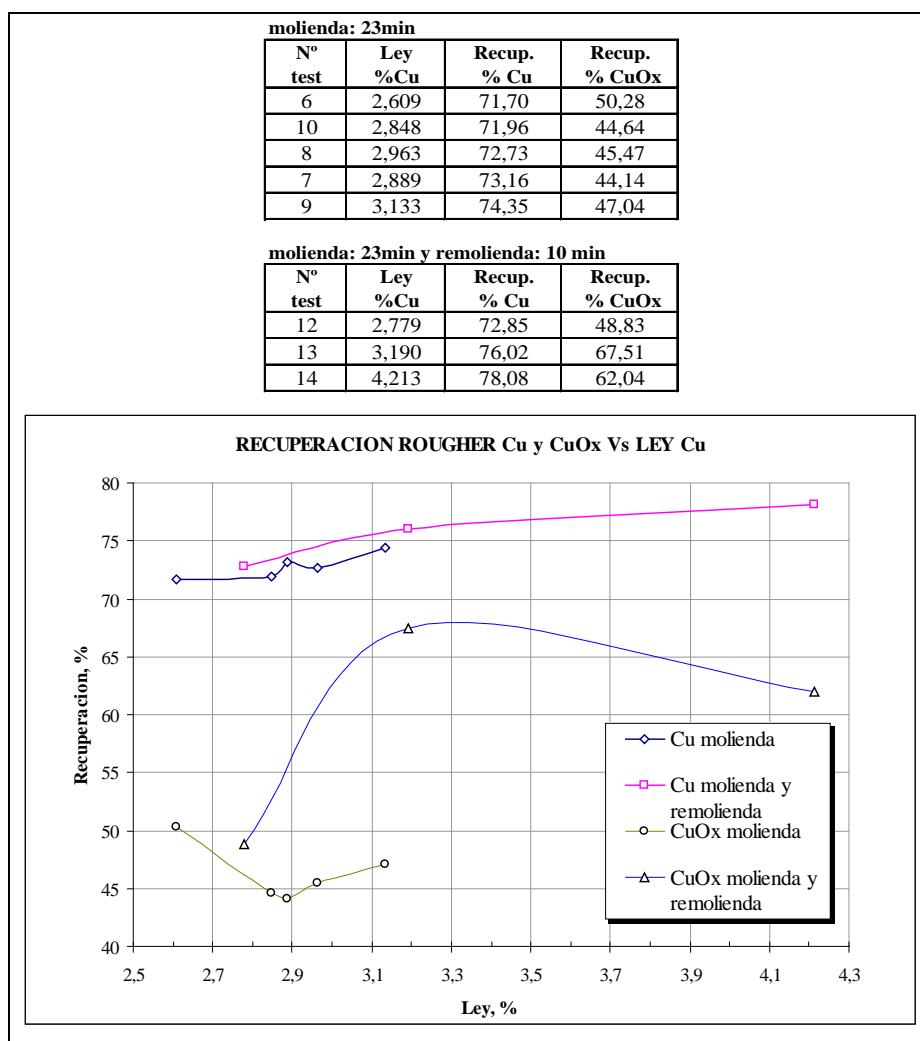


Figura N° 3.9.- Recuperación rougher de Cu y CuOx en función a la ley de Cu.

Discusión de resultados.

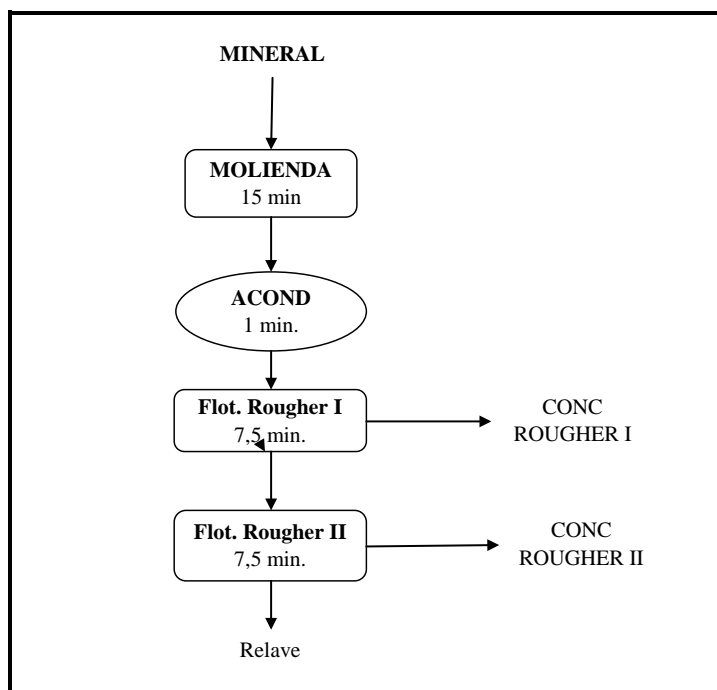
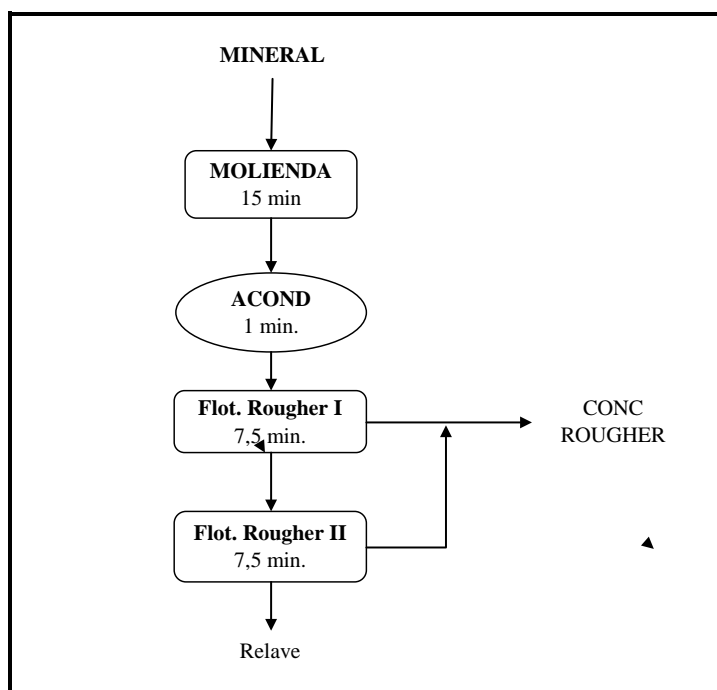
- De los resultados de los test 1, 2, 3, 4 y 5 se determina que, el grado de molienda recomendable en la etapa rougher es 65% -200 mallas (P80 110um) y 10.5 de pH.
- De estos test de flotación comparativos podemos decir que los mejores resultados en cuanto a recuperación y grado de Cu y CuOx se obtienen empleando colectores de cobre Spri 1018, A404, metabisulfito MT506 acompañado de Z-6 (PAX) además de una remolienda y el empleo de un agente sulfidizante como el Na₂S. Se descarta el empleo de ARG431, IMP222 y MP 700.
- Los test 16 y 17 de flotación cinética nos indica que, en los tres primeros minutos se obtienen recuperaciones mayores al 65% en cobre y del orden del 60% en molibdeno.

3.3.2 Segundo grupo de pruebas

En la Tabla N° 3.9 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en la ejecución de las 10 pruebas de flotación.

Tabla N° 3.13.- Segundo grupo de pruebas

P(80) micra	Test	%	leyes de concentrado, %					leyes de relave, %					Recuperación Rougher, %				
			Cu	CuOx	Cu Ins.	Mo	Fe	Cu	CuOx	Cu Ins.	Mo	Fe	Cu	CuOx	Cu Ins.	Mo	Fe
125	18	8.81	5.498	0.340	5.158	0.099	24.052	0.167	0.105	0.062	0.005	8.905	76.04	23.78	88.92	64.10	20.70
125	19	7.36	6.256	0.352	5.904	0.094	25.978	0.205	0.110	0.095	0.009	8.885	70.78	20.27	83.15	44.31	18.86
125	18-19	8.085	5.840	0.346	5.500	0.097	24.930	0.186	0.108	0.079	0.007	8.895	73.39	22.01	86.00	53.74	19.79
125	20	8.59	5.394	0.318	5.076	0.109	27.092	0.191	0.113	0.078	0.005	7.730	72.68	20.95	85.98	65.59	24.78
125	21	10	5.002	0.340	4.662	0.114	29.890	0.175	0.101	0.074	0.003	8.131	76.06	27.23	87.50	80.85	29.00
125	22	14.33	3.548	0.282	3.266	0.096	29.180	0.171	0.102	0.069	0.005	7.127	77.63	31.61	88.78	76.25	40.64
125	23	15.2	3.358	0.294	3.064	0.080	31.380	0.167	0.085	0.082	0.004	6.959	78.28	38.27	87.01	78.19	44.70
125	24	19.19	4.872	0.289	4.583	0.100	30.530	0.148	0.077	0.071	0.005	6.735	86.42	42.04	92.58	79.44	46.69
125	25	14.54	3.542	0.243	3.299	0.087	32.300	0.183	0.108	0.075	0.005	6.428	76.71	27.69	88.22	74.75	46.10
125	26	11.52	4.243	0.363	3.880	0.114	14.990	0.177	0.095	0.082	0.005	8.848	75.73	33.22	86.03	74.80	18.07
125	27	10.53	4.583	0.391	4.192	0.119	16.060	0.177	0.090	0.087	0.005	8.858	75.28	33.82	85.00	73.68	17.58

Esquema general: cinética de flotación, pruebas del 18 al 20**Figura N° 3.10.-** Esquema general para test de flotación cinética.**Esquema general: pruebas del 21 al 27****Figura N° 3.11.-** Esquema general para test de flotación rougher.

Evaluación de variables

Pruebas del 18 al 20

Tabla N° 3.14.- Reactivos y condiciones de cinéticas de flotación

N° test	Molienda, g/t				Rougher I, g/t						Rougher II, g/t				Recuperacion, %		
	P80 um	Cal	A389 4	Diessel 2	Z-6	F-507	MIBC	cal	pH	t min	Z-6	cal	pH	t min	Cu	CuOx	Mo
18	125	2000	20			10	10	200	11,0	7,5	2,5*		10,8	7,5	77,3	26,2	66,8
19	125	2000	20			10	10		11,0	7,5	2,5*		10,4	7,5	72,5	22,8	47,5
20	125	2200	20	24,0		10	10		11,2	7,5	2,5*		10,4	7,5	74,5	23,8	68,7

* se adiciona a los 7.5min

Pruebas del 21 al 27

Tabla N° 3.15.- Condiciones de flotación Rougher

N° test	Molienda, g/t				Rougher I, g/t						Rougher II, g/t				Recuperacion, %			
	P80 um	Cal	A3894	Diessel 2	A404	D-640	Z-6	MIBC	NaHS	pH	t min	Z-6	NaHS	pH	t min	Cu	CuOx	Mo
21	125	2200	20	24				30		11,3	7,5	2,5		10,8	7,5	76,1	27,2	80,9
22	125	2200	20	24	15		2,5	30		11,0	15,0					77,6	31,6	76,3
23	125	2200	20	24	15			30	150	11,0	15,0					78,3	38,3	78,2
24	125	2200	20	24	15			30		11,0	5,0		150	11,0	10,0	86,4	42,0	79,4
25	125	2200	20	24	15		2,5	30*		11,0	15,0					76,7	27,7	74,8
26	125	1000	20	24	15	20,0	2,5	30*		9,5	15,0					75,7	33,2	74,8
27	125	1100	20	24	15	6,6				9,5	15,0					75,3	33,8	73,7

* Mezcla MIBC/F-650 en relacion 1/1.

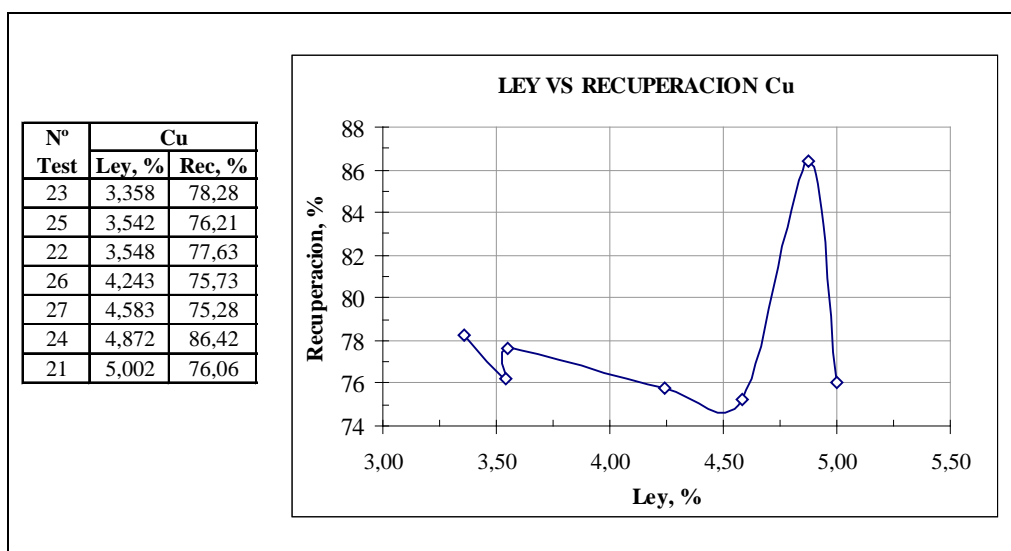


Figura N° 3.12.- Recuperación rougher en función a la ley de Cu.

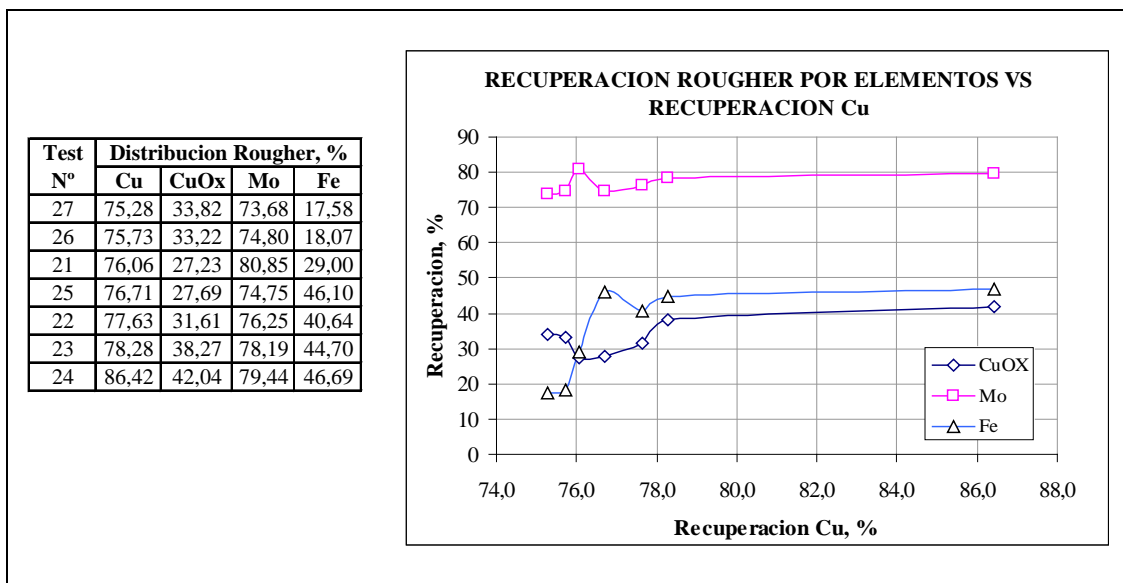


Figura N° 3.13.- Recuperación rougher por elementos vs. Recuperación de Cu.

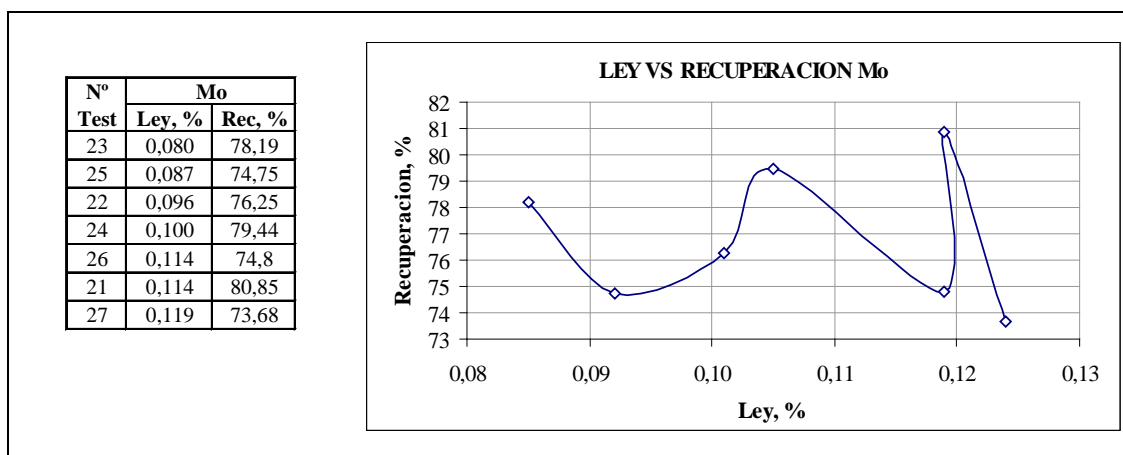


Figura N° 3.14.- Recuperación rougher de Mo en función a la ley de Mo.

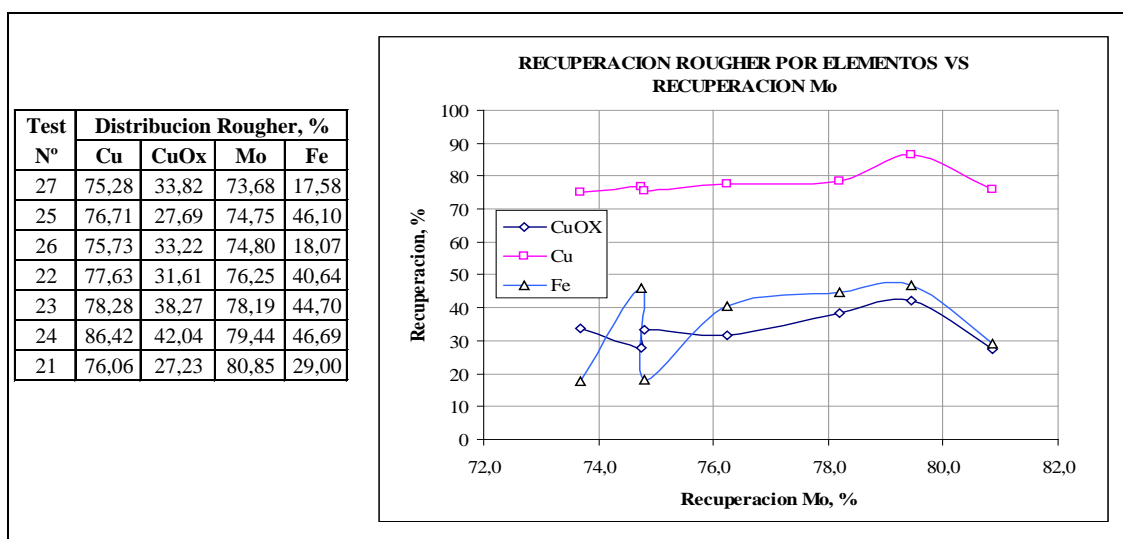


Figura N° 3.15.- Recuperación rougher por elementos vs. la recuperación de Mo.

Discusión de resultados

- *Se puede observar que, independiente de la variabilidad en el resultado, la recuperación de cobre no supera el 76% pero con casi 89% recuperación del Cu como sulfuros y una baja recuperación del Cu como óxidos que no supera el 24%. Por otro lado, estos resultados también están indicando que una formulación de reactivos en base a un tionocarbamato con un ditiofosfato es adecuada, situación que deberá ser optimizada en las pruebas finales, junto a la opción de potenciarla con la inclusión de un xantato que podría ser el PAX.*
- *La baja recuperación de molibdeno se debe a la falta de un reactivo colector de Moly, situación que mejoró en las siguientes pruebas debido a la mantención de Diesel como colector.*
- *Las pruebas 18 y 19 indican que el principal problema está en el cobre como óxidos y en menor grado en la no recuperación de cobre como sulfuro. Este aspecto quedó de manifiesto en el resultado de las pruebas 23 y 24 en las que se agregó NaSH como agente sulfidizante en dosis de 150 g/ton, y cuyo resultado permitió incrementar la recuperación de cobre oxidado en más del 40%. Por tanto, una conclusión clara es que se debe mantener la dosificación de NaSH como agente sulfidizante, pero cuya forma de adicionarlo y la dosis definitiva se deberá optimizar mas adelante.*
- *Al agregar un agente depresor de pirita y aun cuando se bajó el pH a 9,5 (situación que favorece la flotabilidad de esta especie) se disminuyó la*

recuperación de Fe total, pero al mismo tiempo también se vio afectada levemente la recuperación de cobre en relación a la tendencia mostrada en las pruebas 21, 22 y 25 que no tenían NaSH, pero más importante fue la disminución en la recuperación de molibdeno.

- *Considerando que esta muestra de mineral contiene una alta proporción de cobre oxidado, 31% del cobre total, además de la consideración del NaSH como reactivo permanente, puede requerir dosis extras de reactivos colectores para mejorar el comportamiento del cobre, así como también, una granulometría mas gruesa para evitar sobre molienda de estos óxidos. Este aspecto, será considerado en las pruebas de flotación que se recomendarán.*

3.3.3 Tercer grupo de pruebas

Tomando como base los test ejecutados en el segundo grupo, las recomendaciones y resultados de estas pruebas y los datos de las pruebas realizadas en el primer grupo se decidió ejecutar 6 test completos de flotación rougher-cleaner, en la tabla N° 3.12 se observan los resultados de las pruebas.

En este grupo de pruebas se ejecutan pruebas de flotación rougher bulk con remolienda y limpiezas como se muestra en la figura N° 3.16.

Tabla N° 3.16.- Tercer grupo de pruebas

P(80) micra	Test	leyes de concentrado, %					leyes del relave, %					Recuperación, %				
		Cu	CuOx	Cu Ins	Mo	Fe	Cu	CuOx	Cu Ins	Mo	Fe	Cu	CuOx	Cu Ins	Mo	Fe
110	Roug	3.364	0.302	3.063	0.065	31.390	0.182	0.140	0.058	0.006	4.999	76.57	29.41	90.33	65.75	52.61
	Clea	13.370	0.531	12.841	0.045	36.110						38.42	6.68	47.81	5.73	7.64
110	Roug	3.210	0.315	2.895	0.080	29.938	0.168	0.118	0.062	0.005	6.073	74.63	31.40	87.80	71.03	43.16
	Clea	25.760	0.719	25.041	0.063	27.240						32.63	3.90	41.38	3.06	2.14
110	Roug	2.918	0.305	2.613	0.076	30.743	0.173	0.092	0.009	0.006	6.689	72.94	34.65	83.77	67.03	42.35
	Clea	13.750	0.573	13.173	0.127	33.080						44.88	8.49	55.13	14.56	5.95
125	Roug	3.123	0.297	2.826	0.076	29.559	0.169	0.116	0.053	0.005	5.634	77.69	35.52	90.93	74.17	49.71
	Clea	22.550	0.731	21.821	0.194	27.560						49.51	7.07	61.98	16.66	4.09
125	Roug	3.064	0.240	2.824	0.070	25.051	0.144	0.091	0.053	0.006	5.436	82.06	36.18	91.95	71.62	49.77
	Clea	25.300	0.604	24.696	0.139	22.990						57.34	7.71	68.06	11.96	3.86
150	Roug	6.212	0.443	5.768	0.143	18.001	0.211	0.092	0.119	0.005	8.262	67.93	25.75	77.71	67.28	13.55
	Clea	24.430	0.722	17.183	0.362	25.470						43.01	6.75	51.42	27.45	3.09
125	Roug	3.047	0.359	5.768	0.075	11.279	0.139	0.075	0.119	0.003	9.201	81.29	48.73	77.71	83.22	19.55
	Clea	22.450	0.640	17.183	0.377	27.950						41.35	5.99	77.71	28.86	3.34
125	Roug	3.392	0.378	5.768	0.080	11.707	0.151	0.080	0.119	0.004	8.566	79.73	45.29	77.71	77.85	19.31
	Clea	21.450	0.678	17.183	0.353	24.820						43.12	6.94	51.42	29.27	3.50

Esquema general*: pruebas del 28 al 35

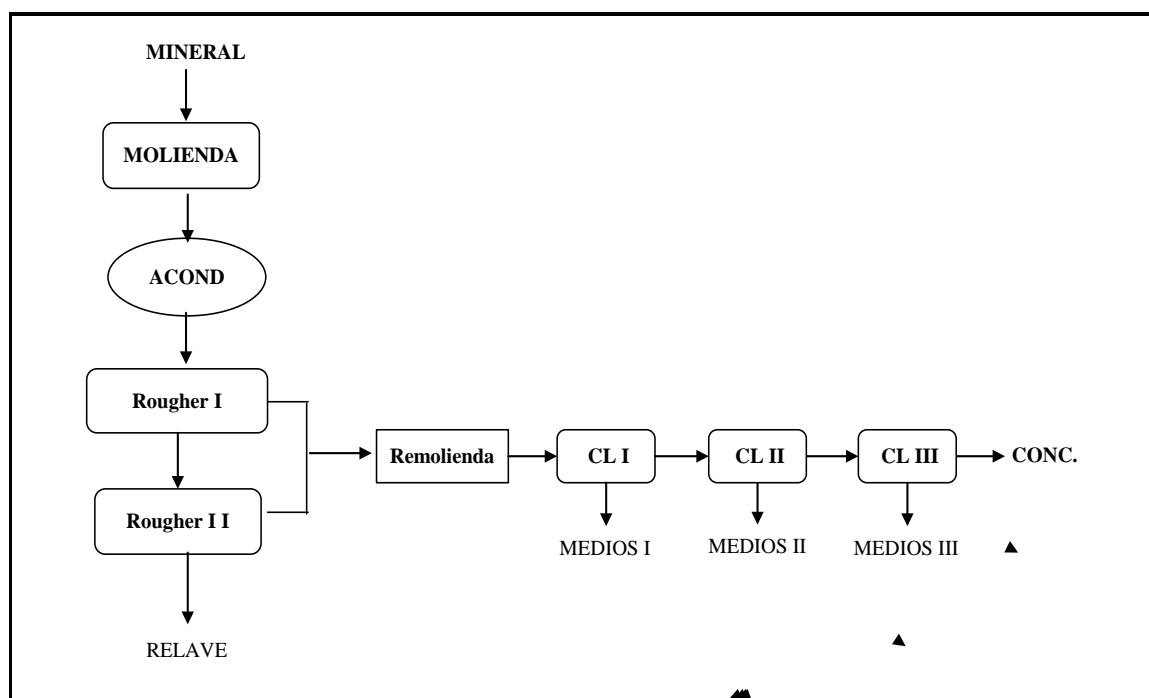


Figura N° 3.16.- Esquema general de test de flotación del tercer grupo de pruebas.

* Este esquema corresponde a todas las pruebas excepto las pruebas 28, 29, 30 y 33 que se realizaron sin remolienda.

Evaluación de variables

Pruebas del 28 al 35

Tabla N° 3.17.- Condiciones de molienda y flotación Rougher

N° test	Molienda, g/t									Rougher I, g/t				Rougher II, g/t			
	P80 um	Cal	A3894	Diessel 2	A404	D640	MT 506	Metab	Spri 1018	Z-6	NaHS	MIBC/F-650	pH	t min	Z-6	A404	NaHS
28	110	1500	20			30	20		20	10(7,5m)	75(5m)	10/10	10,0	7,5 (5+5)*		(50+25)*	5/5
29	110	1300	25			40	25		25	2(7,5m)	30(5m)	10/10	10,5	7,5 (2+2)*		(30+20)*	5/5
30 ¹	110	1000		24		40				3(7,5m)	30(5m)	15/15	9,8	7,5 (3+3)*		(30+30)*	
31 ²	125	1300				80					75(5m)	15/15	10,5	7,5	(2,5+2,5)*	(45+30)*	
32 ³	125	1500			24			500		3(5m)	35(5m)	7,5/7,5	10,5	8 (3+3)*		(35+30)*	(2,5/2,5+2,5/2,5)*
33 ⁴	150	584	33	24	24			500		3(5m)	75(5m)	15/15	10,5	7,5 (3+3)*		(45+30)*	
34 ⁵	125	1000	25		24			500	25	5(5m)	80(5m)	15/15	9,5	7,5 (5+5)*		(40+30)*	
35 ⁶	125	1000	25	25	24			500		5(5m)	80(5m)	15/15	9,7	7,5 (5+5)*		(40+30)*	

Tabla N° 3.18.- Condiciones de flotación Rougher y Cleaners

N° test	Rougher II, g/t				Remolienda			Etapas cleaner									Recup., %			
	D640	Metab.	pH	t min	t min	P80 um	cal	N° Etapa	Cleaner I			Cleaner II			Cleaner III			Cu	CuOx	Mo
									NaHS	D640	cal	pH	D640	cal	pH	cal	pH			
28	26,4		10,0	7,5				3	20	13,2	145	11	13,2	50	11,5	100	12,0	76,57	30,07	65,8
29	26,4		10,5	7,5				3	20	13,2	130	12	13,2	280	12,5	240	12,5	74,63	31,4	71,0
30 ¹			9,8	7,5				2	20		370	13		260	12,5			72,94	34,65	67,0
31 ²	26,4		10,5	7,5	5	38		3	20	13,2	34	13	13,2	21	12,5		12,5	77,69	32,52	74,2
32 ³			10,5	5	5	38		3			3,9	12		1,7	12,2		12,2	82,06	36,18	71,6
33 ⁴		(200+100)*	10,5	5,5				3	50		495	13		84	12,5	109	12,5	67,93	25,75	67,3
34 ⁵		(100+100)*	9,5	7,5	6	38		3			200	11		50	11	20	11,0	81,37	48,73	83,2
35 ⁶		(100+100)*	9,5	7,5	6	38		3			200	11		50	11	20	11,0	79,73	45,29	77,9

* La primera adición es a los 7,5min de flotación (Acond. Rougher II) y la segunda es a los 10min.

- 1.- Se adicionan a la molienda los colectores SEC 301, 20g/t y TC 123, 20g/t. cuyo proveedor es Mathiesen en Peru y se reemplaza el uso de Z-6 por el Z-11 en la flotación Rougher I y II.
- 2.- Se adicionan en acondicionamiento rougher I A3894, 20g/t, spri1018, 20g/t, MT-506, 20g/t, y se emplea A404, 6,2g/t a los 7.5min de flotacion (acond. Rougher II). Se adicionan 100g/t de metabisulfito en la cleaner I y Cleaner II.
- 3.- Se adiciona 50g/t de NaHS en la molienda. En el acondicionamiento rougher I se emplea A3894, 25g/t y Spri 1018, 25g/t. A partir de este test se emplea la mezcla MIBC/Oreprep en reemplazo de MIBC/F-650. en la cleaner I se adiciona A3894, 6.6g/t, y espumante MIBC/Oreprep, 5/5. ademas en la cleaner I y II se emplean 50g/t de metabisulfito.
- 4.- Se reemplaza la cal por el NaOH. Se emplea la mezcla MIBC/Oreprep en reemplazo de MIBC/F-650. En la cleaner I se emplea 6,6g/t de A3894.
- 5.- Se adiciona en la Rougher I, 100g/t de metabisulfito a los 5min. De flotación. Se reemplaza el uso de Z-6 por Z-11. en la remolienda se adicionan, NaHS, 20g/t, A3894, 26g/t, Spri1018, 6,3g/ty A404, 6.6g/t.
- 6.- Se adiciona 100g/t de metabisulfito a los 5 min. De flotación rougher I. En remolienda se emplean NaHS, 20g/t, A3894, 26g/t, Diessel 6,3g/t, y A404, 6g/t.

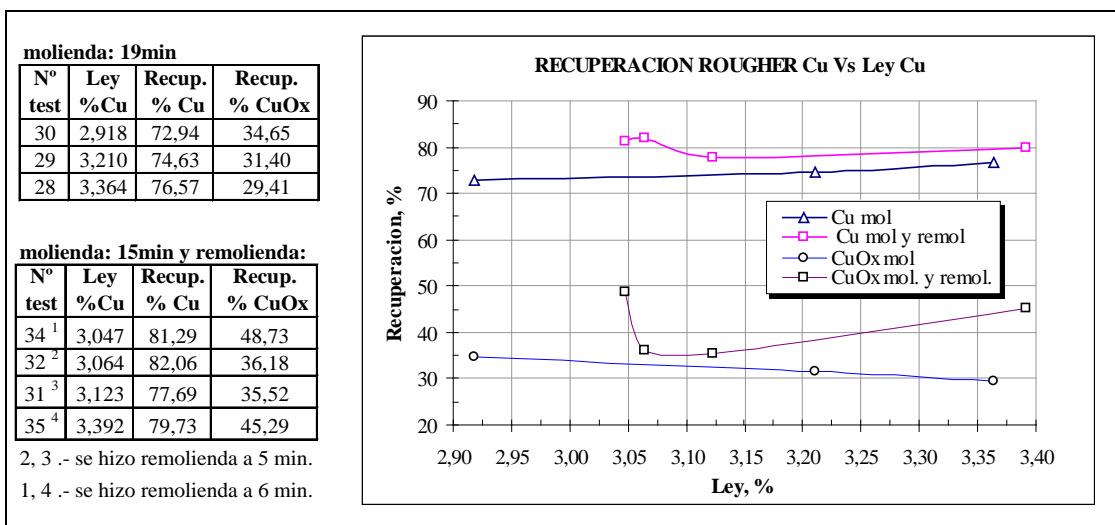


Figura Nº 3.17.- Recuperación rougher por elementos vs. Recuperación de Cu.

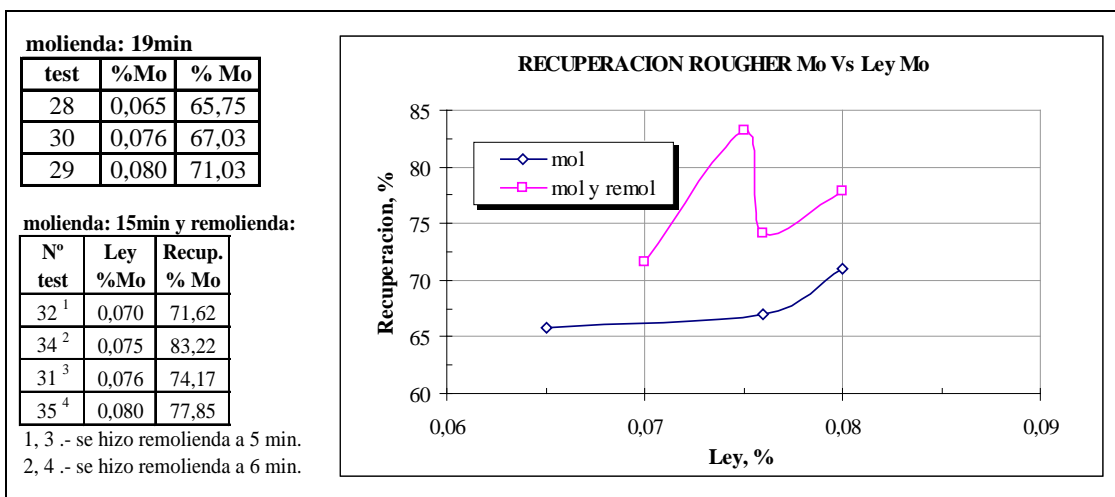


Figura Nº 3.18.- Recuperación rougher vs. Ley de Mo.

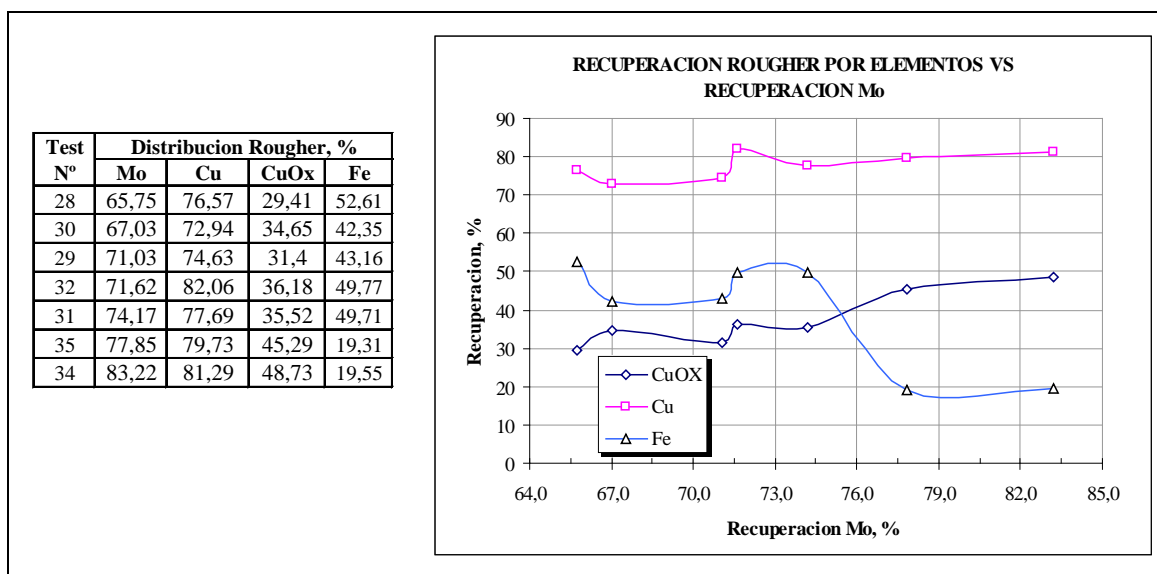


Figura Nº 3.19.- Recuperación rougher por elementos vs. Recuperación de Mo.

Discusión de resultados

- En este grupo de pruebas se logra mejores resultados con el uso de NaSH y meta bisulfito de sodio, lográndose obtener 82.06% de recuperación de cobre en la etapa rougher y un grado de 25.3% Cu en la cleaner y una recuperación de 71.62% de Mo con 0.139% de grado en la cleaner.
- El test N° 33, se realizó eliminando el uso de cal, en su reemplazo se usó el NaOH, los resultados no fueron los esperados por su baja recuperación de los elementos valiosos, así como el grado, excepto el grado del molibdeno en el concentrado de cobre.

3.4. Conclusiones parciales de flotación

- El grado en el concentrado de cobre debe estar en el orden del 26% al 27% con este tipo de mineral. Respecto a la recuperación de cobre esta se puede mantener arriba del 80%, esto dependerá, al igual que el grado, del tipo de blending a alimentar a la planta concentradora.
- Respecto al molibdeno ocurre algo similar al cobre, que con la ayuda de reactivos como el diésel, el SPRI -1018, se puede lograr recuperaciones de hasta un 80% en la etapa rougher, pudiendo asegurar hasta un 70% de recuperación total de molibdeno en el balance metalúrgico proyectado.
- Respecto al grado de molienda que requiere este mineral y tomando en cuenta la presencia de óxidos de cobre que son blandos, se debe proyectar a nivel industrial una molienda de 65% -200 mallas o P (80) 110 micras.
- El uso del meta bisulfito de sodio como depresor de fierro desde la molienda y en pequeñas cantidades en los cleaners permite deprimir con

eficiencia la pirita, se debe tener muy en cuenta para aplicarlo a nivel industrial.

- De las figuras N° 3.17, 3.18 y 3.19 se puede observar claramente de que la mejor recuperación de cobre y molibdeno se logran con remolienda del concentrado siendo el test N° 34 el mejor obtenido con recuperación del 81.29% Cu y 83.22% Mo. En la figura N° 3.19 se observa la cercana relación entre los minerales de Fe y los óxidos de cobre que también fue observado en las curvas de cinética de flotación del segundo grupo de pruebas, sin embargo es con el test N° 34 con el que se logra reducir la activación de Fe e incrementar la recuperación de Cu y CuOx en el concentrado.
- Es recomendable encontrar el blending ideal, que permita asegurar un buen grado y recuperación, que definitivamente va a depender de la mineralización del yacimiento y del control que puedan tener en el área de geología.
- Debemos considerar que aún no se ha agotado la búsqueda del grado de liberación ideal, por lo que recomendamos que, este sería un parámetro a definir a nivel piloto.
- Si se requiriera de ajustar aun más los parámetros metalúrgicos utilizados, así como identificar otros reactivos sería necesario programar un grupo de test complementarios.
- Es posible incrementar la recuperación del cobre total con el uso del NaSH, aún no se ha definido la dosificación que este mineral requiere, siendo muy importante tomar en cuenta por el efecto depresor que tiene el reactivo

cuando se agrega en exceso. la dosificación ideal del NaSH se podrá definir en una prueba piloto, considerando que existen dos teorías, utilizarlo en un solo punto, que podría ser la molienda, ó utilizarlo en etapas: molienda, rougher y cleaner.

3.5. Dosificación y consumo de reactivos proyectado

El consumo de reactivos proyectados será como se observa en la tabla N° 3.15.

Tabla N° 3.19.- Consumo proyectado de reactivos

ETAPA	CONSUMO DE REACTIVOS (g/TM)							cal	
	NaSH	A-3894	SPRI-1018	Z-6	A-404	MIBC/Oreprep	Metabisul	g/tm	pH
MOLIENDA	50.0				24.0		500.0	1500.0	
ACOND RO I		25.0	25.0			7.5 / 7.5		300.0	10.5
FLOT. ROUGHER I	35.0			3.0					10.5
FLOT. ROUGHER II	65.0			6.0		5.0/5.0			10.5
REMOLIENDA								300.0	
CLEANER I		6.6				5.0/5.0	50.0		11.5
CLEANER II							50.0	150.0	11.8
CLEANER III								100.0	12.0
TOTAL	150.0	31.6	25.0	9.0	24.0	17.5/17.5	600.0	2350.0	

3.6. Pruebas cíclicas de flotación

Las pruebas cíclicas de flotación buscan definir parámetros obtenidos en las pruebas de flotación Batch simulando un circuito de flotación continua similar a lo que podría ocurrir en planta. Las pruebas tomaron como modelo las condiciones de flotación del test N° 34, con el que se obtuvo mejores resultados. Las pruebas se realizaron a 6 ciclos con el objeto de observar el efecto de las cargas circulantes, encontrar la cantidad de reactivos a agregarse para mantener el exceso de carga circulante, determinar si lamas u otros materiales solubles interfieren en la flotación y estudiar los problemas de manejo de espuma. En los últimos ciclos se determinara la composición, el grado y recuperación de los productos que alcancen la tendencia de equilibrio.

3.6.1 Pruebas cíclicas test en circuito cerrado

Esquema general

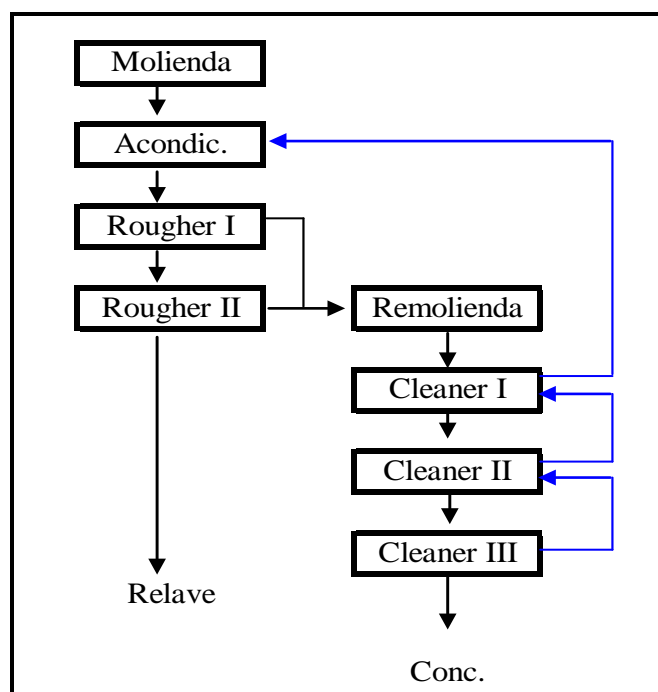


Figura N° 3.20.- Esquema general de las pruebas cíclicas en circuito cerrado.

Simulación

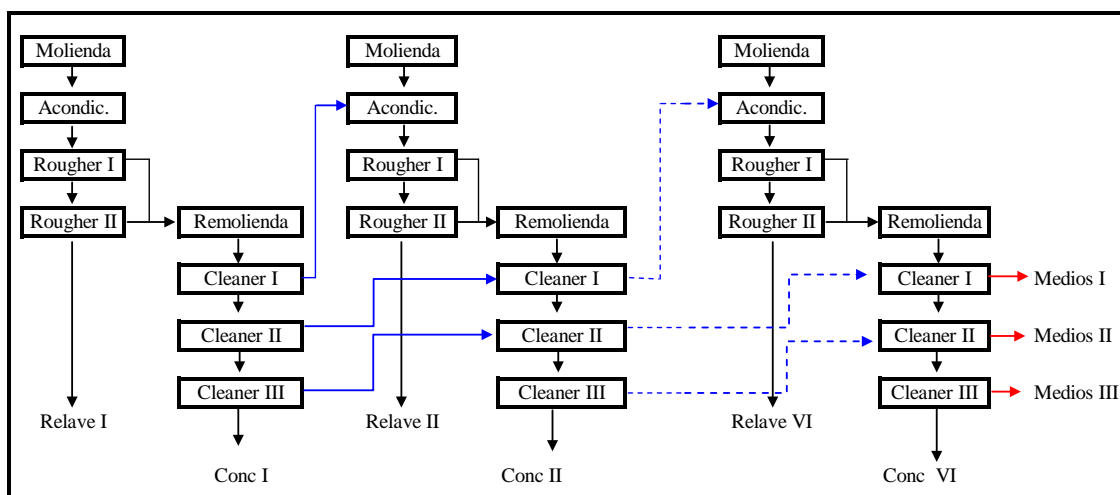


Figura N° 3.21.- Esquema simulado de las pruebas cíclicas en circuito cerrado.

3.6.2 Pruebas cíclicas test en circuito abierto

Esquema general

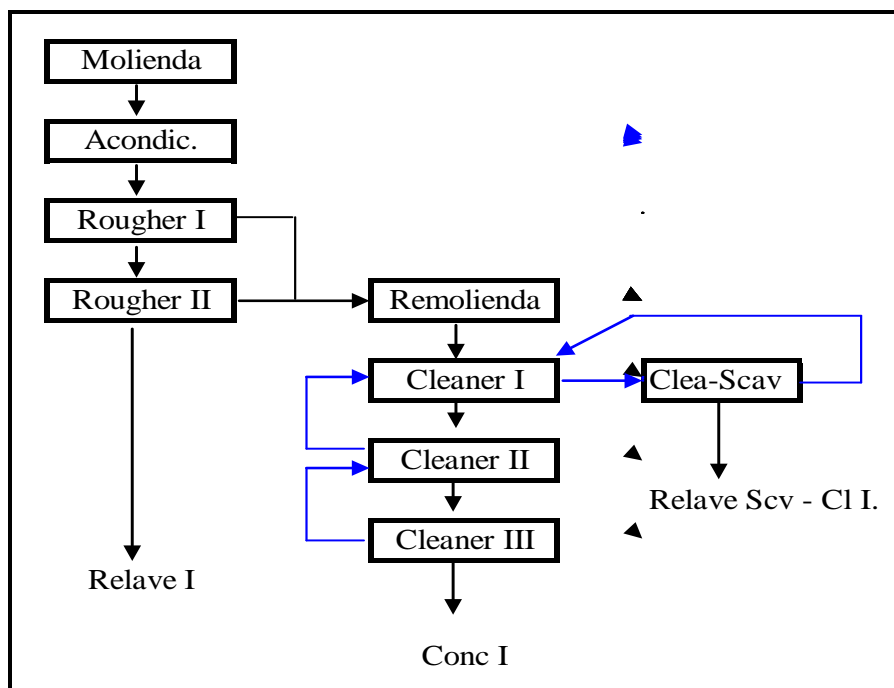


Figura N° 3.22.- Esquema general de las pruebas cíclicas en circuito abierto.

Simulación

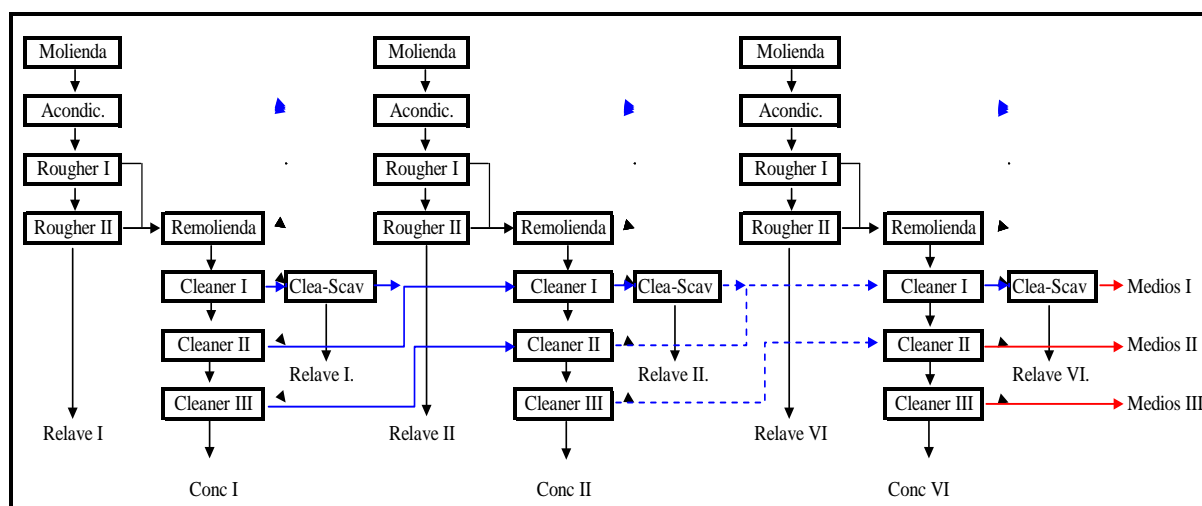


Figura N° 3.23.- Esquema simulado de las pruebas cíclicas en circuito abierto.

3.6.3 Consumo de Reactivos

3.6.3.1 Cíclica test circuito cerrado

Tabla N° 3.20. Consumo de reactivos del test cíclico circuito cerrado

Ciclo N°	Reactivos Adicionados (g/TM)								cal	pH	t
	NaSH	A3894	SPRI 1018	Z-11	A404	MIBC/ Oreprep	Metabis	Min250	gram		Min
1	170,0	31,0	40,0	15,0	31,5	39,0	800,0	100,0	2215		56
2	120,0	24,0	40,0	9,0	22,5	31,0	850,0	120,0	4426		58
3	170,0	24,0	35,0	9,0	22,5	22,4	800,0	130,0	3703		57
4	170,0	24,0	40,0	9,0	21	22,4	800,0	100,0	4208		62
5	170,0	30,0	50,0	9,0	30	27,4	800,0	150,0	3559		58,5
6	170,0	31,0	50,0	11,0	31,5	22,4	800,0	150,0	3573		58
TOTAL	161,7	27,3	42,5	10,3	26,5	27,4	808,3	125,0	3614		58,25

Comentarios:

- En los ciclos I y II la flotación Rougher I y II presenta espumas cargadas pero se agotan rápidamente. En el ciclo N° 2 se incrementa el tiempo de remolienda de 6 a 8 min por incremento de carga circulante. El empleo de Min250 en los cleaners es efectivo en la depresión de pirita.
- En los ciclos III, IV, se incrementa el tiempo de remolienda de 10 a 12min por presencia de partículas gruesas y falta de liberación. El incremento de pH en las etapas Rougher y cleaners es por incremento de carga circulante.

3.6.3.2 Cíclica test circuito abierto

Tabla N° 3.21. Consumo de reactivos del test cíclico circuito abierto

Ciclo N°	Reactivos Adicionados (g/TM)								cal	pH	t
	NaSH	A3894	SPRI 1018	Z-11	A404	MIBC/ Oreprep	Metabis	Min250	gram		Min
1	200,0	37,0	50,0	15,0	31,5	52,6	850,0	220,0	2202		56
2	240,0	43,0	50,0	15,0	31,5	52,6	900,0	280,0	1776		60
3	190,0	31,0	45,0	15,0	31,5	43,6	1300,0	150,0	2695		59
4	190,0	31,0	45,0	15,0	31,5	43,6	1200,0	150,0	2520		50
5	190,0	31,0	45,0	15,0	31,5	43,6	1250,0	150,0	2493		50
6	190,0	31,0	45,0	15,0	31,5	43,4	1350,0	200,0	3451		49,5
TOTAL	200,0	34,0	46,7	15,0	31,5	46,6	1141,7	191,7	2523		54,1

3.6.4.2 Pruebas cíclicas test de circuito abierto

Tabla N° 3.23. Balance metalúrgico del test cíclico en circuito abierto

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes, %, * g/t							% DISTRIBUCION						
			Au *	Ag *	As	Cu	CuOx	Fe	Mo	Au	Ag	As	Cu	CuOx	Fe	Mo
CONC I	7,70	0,13	0,841	47,100	0,910	30,680	0,515	24,750	0,256	1,42	1,74	5,54	5,98	0,55	0,32	1,98
CONC II	6,30	0,10	0,790	46,400	1,062	30,320	0,514	24,220	0,260	1,09	1,40	5,29	4,84	0,45	0,26	1,65
CONC III	22,50	0,37	0,854	46,800	0,716	26,240	0,581	27,370	0,288	4,22	5,06	12,75	14,96	1,82	1,04	6,52
CONC IV	14,80	0,24	0,837	53,400	0,773	28,840	0,602	25,870	0,233	2,72	3,80	9,05	10,81	1,24	0,65	3,47
CONC V	14,60	0,24	0,842	45,300	0,718	25,500	0,502	28,430	0,151	2,70	3,18	8,29	9,43	1,02	0,70	2,22
CONC VI	15,50	0,26	0,886	44,100	0,669	25,170	0,713	28,710	0,215	3,01	3,28	8,20	9,88	1,54	0,75	3,35
CONC TOTAL	81,40	1,34	0,849	47,214	0,763	27,112	0,584	27,051	0,234	15,16	18,46	49,13	55,91	6,62	3,71	19,20
MEDIOS III	13,30	0,22	0,546	18,900	0,138	6,347	0,495	25,710	0,400	1,59	1,21	1,45	2,14	0,92	0,58	5,35
MEDIOS II	31,70	0,52	0,424	16,400	0,116	3,930	0,432	22,450	0,164	2,95	2,50	2,91	3,16	1,91	1,20	5,23
MEDIOS I	7,20	0,12	0,757	37,000	0,338	11,500	0,641	28,180	0,256	1,20	1,28	1,93	2,10	0,64	0,34	1,86
MEDIOS TOTAL	52,20	0,86	0,501	19,878	0,152	5,590	0,477	24,071	0,237	5,74	4,98	6,29	7,39	3,46	2,12	12,44
CONC ROUGHER	133,60	2,21	0,713	36,534	0,524	18,703	0,542	25,887	0,235	20,90	23,44	55,42	63,30	10,08	5,83	31,64
REL. SCAV-CLEA. I	98,70	1,63	0,119	3,500	0,014	0,745	0,335	10,410	0,047	2,58	1,66	1,09	1,86	4,60	1,73	4,67
REL. SCAV-CLEA. II	133,90	2,21	0,193	5,500	0,024	1,042	0,315	15,280	0,052	5,67	3,54	2,54	3,53	5,87	3,45	7,01
REL. SCAV-CLEA. III	150,30	2,48	0,133	3,300	0,014	0,525	0,243	14,980	0,037	4,39	2,38	1,66	2,00	5,08	3,79	5,60
REL. SCAV-CLEA. IV	140,80	2,32	0,143	4,500	0,010	0,707	0,291	13,190	0,050	4,42	3,04	1,11	2,52	5,70	3,13	7,09
REL. SCAV-CLEA. V	121,90	2,01	0,204	4,900	0,022	0,901	0,287	20,070	0,076	5,46	2,87	2,12	2,78	4,87	4,12	9,32
REL. SCAV-CLEA. VI	137,70	2,27	0,216	5,500	0,026	1,008	0,276	20,810	0,082	6,53	3,64	2,83	3,52	5,29	4,83	11,36
RELAVE SCAV-CLEA	783,30	12,93	0,169	4,553	0,018	0,817	0,288	15,951	0,057	29,04	17,13	11,37	16,22	31,41	21,05	45,05
CONC (ROUG+SCV)	916,90	15,14	0,248	9,213	0,092	3,423	0,325	17,398	0,083	49,93	40,56	66,79	79,52	41,50	26,88	76,68
RELAVE I	872,60	14,41	0,053	3,500	0,005	0,162	0,078	9,144	0,005	10,15	14,67	3,45	3,58	9,47	13,45	4,39
RELAVE II	865,20	14,29	0,039	2,700	0,009	0,167	0,083	7,934	0,005	7,40	11,22	6,16	3,66	9,99	11,57	4,35
RELAVE III	820,70	13,55	0,042	1,400	0,008	0,162	0,084	8,463	0,004	7,56	5,52	5,19	3,37	9,59	11,70	3,30
RELAVE IV	870,70	14,38	0,050	2,300	0,010	0,146	0,081	9,201	0,005	9,55	9,62	6,89	3,22	9,82	13,50	4,38
RELAVE V	870,00	14,36	0,043	1,800	0,009	0,150	0,080	8,189	0,004	8,21	7,52	6,20	3,31	9,69	12,01	3,50
RELAVE VI	840,30	13,87	0,039	2,700	0,008	0,157	0,085	7,697	0,004	7,19	10,90	5,32	3,34	9,94	10,90	3,38
RELAVE FINAL	5139,50	84,86	0,044	2,408	0,008	0,157	0,082	8,443	0,005	50,07	59,44	33,21	20,48	58,50	73,12	23,32
RELAVE TOTAL	5922,80	97,79	0,061	2,692	0,010	0,245	0,109	9,436	0,011	79,10	76,56	44,58	36,70	89,92	94,17	68,36
CABEZA CALC.	6056,40	100,00	0,075	3,438	0,021	0,652	0,119	9,799	0,016	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla N° 3.24. Efecto de la carga circulante en pruebas cíclicas de flotación.

Test Ciclica	CC (g)	%CC	Ley, %				Distribucion, %				Radio
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	
C. Cerrado	269,60	26,69	22,22	0,54	26,76	0,32	72,64	17,22	17,19	66,25	53,06
C. Abierto	52,20	5,17	27,11	0,58	27,05	0,23	63,30	10,08	5,83	31,64	74,40

Comentarios

Del test cíclico de circuito cerrado se obtiene una recuperación de 72.64% y grado 22.218% Cu mientras que en el test cíclico de circuito abierto se alcanza un 63.3% de recuperación, un 10% menos que el anterior pero con un grado de 27.11% Cu. Este resultado es el efecto de la carga circulante y se puede comprobar que los medios totales del primer balance es mayor en un 3.6% respecto al segundo. La ley del relave cleaner-scavenger se mantiene en 0.288%, ligeramente mayor al relave total pero que deberá optimizarse en las próximas pruebas.

En la prueba cíclica test de circuito cerrado el efecto de la carga circulante influye en el ciclo IV disminuyendo el grado de concentrado pero se logra controlar y estabilizar en los ciclos V y VI. Se obtuvo en promedio concentrados en los VI ciclos de 22.218% de Cu con una recuperación de concentrado Rougher 72.64%.

Se llegó a controlar la activación de pirita en el concentrado de Cu para el cual se utilizó el metabisulfito con un consumo total de 4.850 Kg/TM durante todo el ciclo. A partir del II ciclo hubo presencia de partículas gruesas por falta de liberación por lo que se tuvo que incrementar tiempo de remolienda de 6 a 12 minutos progresivamente, manteniendo el P80 a 38 micras.

En la prueba cíclica test de circuito abierto se obtuvo mejor grado de concentrado lográndose a obtener un concentrado promedio de 27.112% Cu, con una recuperación de 63.30%, en la etapa cleaner – scavenger se observa valores de Cu en el relave llegando a 0.817% Cu lo que significa que se estaría desplazando un 16.22% de Cu hacia relave. Se requieren más pruebas metalúrgicas para poder optimizar los resultados obtenidos en estas pruebas.

Se tiene una variación paralela en la distribución de Au, Ag, CuOx y Fe en ambas pruebas lo que indicaría que existen posibles asociaciones entre estos minerales.

3.6.5 Pruebas cíclicas de optimización

Estas pruebas se realizaron con el fin de definir la dosificación de reactivos, y mejorar el grado y recuperación del concentrado. Las pruebas de optimización se realizan en ciclo abierto ya que este esquema genera menor carga circulante y evita la presencia de arenas, partículas gruesas y el concentrado es mas limpio.

3.6.5.1 Consumo de reactivos

Tabla N° 3.25.- Consumo de reactivos del test cíclico N° 1

Ciclo	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)								cal	pH	t
	NaHS	A3894	SPRI 1018	Z-6	A-404	MIBC/Oreprep	Metabis	Min250	gram		Min
1*	350,0	36,0	30,0	15,0	31,5	36,0	800,0	200	1520,21		75
2	350,0	36,0	30,0	15,0	31,5	36,0	1100,0	200,0	1500,2		75,0
3	350,0	36,0	30,0	15,0	31,5	40,5	1600,0	250,0	1500,2		77,0
4	350,0	36,0	30,0	15,0	31,5	27,0	1100,0	230,0	1500,2		75,0
5	350,0	36,0	30,0	15,0	31,5	40,5	1100,0	200,0	1500,2		75,0
6	350,0	36,0	30,0	15,0	31,5	31,5	1100,0	220,0	1500,2		75,0
7	350,0	36,0	30,0	15,0	36,0	31,5	1100,0	220,0	1500,0		75,0
8	350,0	36,0	30,0	15,0	36,0	31,5	1100,0	190,0	1500,0		75,0
	350,0	36,0	30,0	15,0	32,6	34,3	1125,0	213,8	1502,7		75,3

* Se empleo Na₂S en lugar de NaHS

El pH en la Rougher I y II se mantuvo a 9,5 y en las cleaner a 11,5

Tabla N° 3.26.- Consumo de reactivos del test cíclico N° 2

Ciclo	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)								cal	pH	t
	NaHS	A3894	SPRI 1018	Z-6	A-404	MIBC/Oreprep	Metabis	Min250	gram		Min
1*	300,0	30,0	25,0	15,0	39,0	49,5	1000,0	0,0	1521,4		78
2	300,0	30,0	25,0	15,0	31,5	31,5	1000,0	0,0	1500,2		78,0
3	300,0	30,0	25,0	15,0	31,5	31,5	1000,0	0,0	1500,2		78,0
4	300,0	30,0	25,0	15,0	31,5	31,5	1050,0	0,0	1500,2		78,0
5	300,0	30,0	25,0	15,0	31,5	31,5	1050,0	0,0	1500,2		78,0
6	300,0	30,0	25,0	15,0	31,5	31,5	1050,0	0,0	1500,2		78,0
7	300,0	30,0	25,0	15,0	31,5	31,5	1050,0	0,0	1500,2		78,0
8	300,0	30,0	25,0	15,0	31,5	31,5	1300,0	0,0	1500,2		78,0
	300,0	30,0	25,0	15,0	32,4	33,8	1062,5	0,0	1502,8		78,0

* Se empleo Na₂S en lugar de NaHS

El pH en la Rougher I y II se mantuvo a 9,5 y en las cleaner a 11,5

Tabla N° 3.27. Consumo de reactivos del test cíclico N° 3

Ciclo	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)								cal	pH	t
	NaHS	A3894	SPRI 1018	Z-6	A-404	MIBC/ Oreprep	Metabis	Min250	gram		Min
1*	400,0	30,0	25,0	21,0	31,5	36,0	1000,0	0,0	1500,0		78
2	400,0	30,0	25,0	21,0	31,5	31,5	1050,0	0,0	1500,0		78,0
3	400,0	30,0	25,0	21,0	31,5	36,0	1050,0	0,0	1500,0		78,0
4	400,0	30,0	25,0	21,0	31,5	36,0	1350,0	0,0	1500,0		78,0
5	400,0	30,0	25,0	21,0	31,5	36,0	1050,0	0,0	1500,0		78,0
6	400,0	30,0	25,0	21,0	31,5	36,0	1350,0	0,0	1500,0		78,0
7	400,0	30,0	25,0	21,0	31,5	36,0	1350,0	0,0	1500,0		78,0
8	400,0	30,0	25,0	21,0	31,5	36,0	1350,0	0,0	1500,0		75,0
	400,0	30,0	25,0	21,0	31,5	35,4	1193,8	0,0	1500,0		77,6

* Se empleo Na₂S en lugar de NaHS

El pH en la Rougher I y II se mantuvo a 9,5 y en las cleaner a 11,5

Tabla N° 3.28. Consumo de reactivos del test cíclico N° 4

Ciclo	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)								cal	pH	t
	NaHS	A3894	SPRI 1018	Z-6	A-404	MIBC/ Oreprep	Metabis	Min250	gram		Min
1*	400,0	42,0	25,0	22,5	39,0	36,0	1900,0		1500,0		116
2	400,0	42,0	25,0	22,5	39,0	36,0	1950,0		1500,0		116,0
3	400,0	42,0	25,0	22,5	39,0	36,0	1950,0		1500,0		116,0
4	400,0	42,0	25,0	22,5	39,0	36,0	1950,0		1500,0		116,0
5	400,0	42,0	25,0	22,5	39,0	36,0	1950,0		1500,0		116,0
6	400,0	42,0	25,0	22,5	39,0	36,0	1950,0		1500,0		116,0
	400,0	42,0	25,0	22,5	39,0	36,0	1941,7		1500,0		116,0

* Se empleo Na₂S en lugar de NaHS

El pH en la Rougher I y II se mantuvo a 9,5 y en las cleaner a 11,5

3.6.5.2 Balance metalúrgico

Tabla N° 3.29. Balance metalúrgico cíclico N° 1

PRODUCTOS	PESO (g)	% PESO	Leyes, %, * g/t					% DISTRIBUCION				
			Au *	Ag *	Cu	Fe	Mo	Au	Ag	Cu	Fe	Mo
CONC I	13.9	0.17	0,817	36,600	22,600	29,480	0,308	1,31	2,74	6,01	0,50	3,28
CONC II	20.0	0.24	1,034	31,900	18,670	31,870	0,355	2,38	3,43	7,14	0,78	5,44
CONC III	31.9	0.39	0,730	22,400	11,920	36,110	0,243	2,68	3,84	7,27	1,41	5,94
CONC IV	16.4	0.20	0,896	36,200	21,180	29,950	0,363	1,69	3,19	6,65	0,60	4,56
CONC V	36.8	0.45	0,845	30,200	14,570	32,830	0,318	3,58	5,98	10,26	1,47	8,97
CONC VI	31.5	0.38	0,884	32,800	15,860	32,940	0,354	3,20	5,56	9,56	1,27	8,55
CONC VII	19.5	0.24	0,794	29,100	16,710	31,910	0,330	1,78	3,05	6,23	0,76	4,93
CONC VIII	21.6	0.26	0,767	29,400	16,550	32,650	0,296	1,91	3,42	6,84	0,86	4,90
CONC TOTAL	191,6	2,34	0,840	30,282	16,358	32,691	0,317	18,53	31,21	59,96	7,65	46,57
MEDIOS III	50.5	0.62	0,579	16,200	5,143	34,670	0,205	3,36	4,40	4,97	2,14	7,93
MEDIOS II	80.5	0.98	0,447	10,200	2,056	31,110	0,102	4,14	4,42	3,17	3,06	6,29
MEDIOS I	66.2	0.81	0,356	5,800	1,315	27,040	0,079	2,71	2,07	1,67	2,19	4,01
MEDIOS TOTAL	197.2	2,41	0,450	10,259	2,598	30,655	0,121	10,22	10,88	9,80	7,38	18,23
CONC ROUGHER	388.8	4,75	0,642	20,127	9,379	31,658	0,217	28,75	42,09	69,76	15,03	64,80
REL. SCAV-CLEA. I	70.9	0.87	0,089	2,000	0,495	8,247	0,015	0,73	0,76	0,67	0,71	0,81
REL. SCAV-CLEA. II	88.1	1.08	0,230	3,200	0,460	16,830	0,016	2,33	1,52	0,78	1,81	1,08
REL. SCAV-CLEA. III	111.3	1.36	0,242	2,500	0,460	19,080	0,013	3,10	1,50	0,98	2,59	1,11
REL. SCAV-CLEA. IV	86.5	1.06	0,178	3,000	0,437	12,820	0,016	1,77	1,40	0,72	1,35	1,06
REL. SCAV-CLEA. V	239.3	2.92	0,207	6,100	0,408	22,850	0,013	5,70	7,85	1,87	6,68	2,38
REL. SCAV-CLEA. VI	175.3	2.14	0,185	3,300	0,448	19,830	0,015	3,73	3,11	1,50	4,24	2,02
REL. SCAV-CLEA. VII	108.3	1.32	0,144	4,000	0,561	9,208	0,022	1,79	2,33	1,16	1,22	1,83
REL. SCAV-CLEA. VIII	127.4	1.56	0,155	3,700	0,582	11,850	0,022	2,27	2,54	1,42	1,84	2,15
RELAVE SCAV-CLEA	1007,1	12,30	0,185	3,877	0,472	16,633	0,016	21,43	21,00	9,10	20,45	12,44
RELAVE I	871.9	10.65	0,038	0,500	0,169	6,909	0,004	3,81	2,35	2,82	7,35	2,67
RELAVE II	850.2	10.38	0,041	0,900	0,164	6,413	0,005	4,01	4,12	2,67	6,66	3,26
RELAVE III	813.0	9.93	0,169	1,600	0,146	5,991	0,003	15,81	7,00	2,27	5,95	1,87
RELAVE IV	856.9	10.46	0,059	1,500	0,172	9,156	0,003	5,82	6,91	2,82	9,58	1,97
RELAVE V	861.0	10.51	0,059	1,200	0,168	9,366	0,003	5,85	5,56	2,77	9,84	1,98
RELAVE VI	840.2	10.26	0,058	0,800	0,152	8,949	0,005	5,61	3,62	2,44	9,18	3,22
RELAVE VII	862.7	10.54	0,051	1,100	0,165	7,161	0,005	5,06	5,10	2,72	7,54	3,31
RELAVE VIII	836.9	10.22	0,040	0,500	0,164	8,247	0,007	3,85	2,25	2,63	8,43	4,49
RELAVE FINAL	6792,8	82,95	0,064	1,010	0,163	7,781	0,004	49,82	36,90	21,14	64,52	22,76
RELAVE TOTAL	7799,9	95,25	0,079	1,380	0,203	8,924	0,006	71,25	57,91	30,24	84,97	35,20
CABEZA CALC.	8188,7	100,00	0,106	2,270	0,638	10,003	0,016	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla N° 3.30. Balance metalúrgico cíclico N° 2

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes, %, * g/t					% DISTRIBUCION				
			Au *	Ag *	Cu	Fe	Mo	Au	Ag	Cu	Fe	Mo
CONC I	14.0	0.18	0,960	44,500	27,460	24,410	0,110	2,13	3,29	7,89	0,46	1,26
CONC II	15.1	0.19	0,879	43,500	24,540	27,160	0,221	2,10	3,47	7,61	0,55	2,74
CONC III	13.9	0.18	0,912	50,700	28,290	25,690	0,281	2,01	3,73	8,07	0,48	3,20
CONC IV	14.8	0.19	0,933	48,200	26,990	25,240	0,277	2,19	3,77	8,20	0,50	3,36
CONC V	16.7	0.21	0,819	35,300	18,970	32,780	0,181	2,17	3,12	6,50	0,73	2,48
CONC VI	10.6	0.13	0,776	39,800	22,290	28,550	0,277	1,30	2,23	4,85	0,40	2,41
CONC VII	20.5	0.26	0,885	36,500	18,330	30,910	0,291	2,87	3,96	7,71	0,85	4,89
CONC VIII	9.7	0.12	0,820	36,700	18,560	29,250	0,298	1,26	1,88	3,70	0,38	2,37
CONC TOTAL	115,3	1,46	0,878	41,748	23,040	28,187	0,240	16,03	25,45	54,53	4,34	22,72
MEDIOS III	77.9	0.98	0,734	17,500	6,772	34,870	0,364	9,06	7,21	10,83	3,62	23,26
MEDIOS II	74.9	0.95	0,441	7,900	1,885	30,420	0,151	5,23	3,13	2,90	3,04	9,28
MEDIOS I	85.6	1.08	0,342	5,400	1,127	24,300	0,097	4,64	2,44	1,98	2,78	6,81
MEDIOS TOTAL	238,4	3,01	0,501	10,139	3,210	29,677	0,201	18,92	12,78	15,71	9,44	39,36
CONC ROUGHER	353,7	4,47	0,624	20,443	9,67	29,19	0,21	34,95	38,22	70,24	13,78	62,08
REL. SCAV-CLEA. I	78.5	0.99	0,135	1,800	0,383	14,200	0,014	1,68	0,75	0,62	1,49	0,90
REL. SCAV-CLEA. II	86.1	1.09	0,174	3,100	0,389	19,460	0,016	2,37	1,41	0,69	2,24	1,13
REL. SCAV-CLEA. III	91.2	1.15	0,174	1,600	0,459	17,560	0,025	2,51	0,77	0,86	2,14	1,87
REL. SCAV-CLEA. IV	105.0	1.33	0,161	3,500	0,449	16,170	0,021	2,68	1,94	0,97	2,27	1,81
REL. SCAV-CLEA. V	116.9	1.48	0,158	3,100	0,443	15,470	0,021	2,93	1,92	1,06	2,41	2,01
REL. SCAV-CLEA. VI	153.3	1.94	0,188	1,800	0,465	17,150	0,021	4,56	1,46	1,46	3,51	2,64
REL. SCAV-CLEA. VII	169.6	2.14	0,175	3,800	0,415	20,000	0,019	4,70	3,41	1,44	4,53	2,64
REL. SCAV-CLEA. VIII	118.3	1.50	0,206	3,700	0,405	19,770	0,018	3,86	2,31	0,98	3,12	1,75
RELAVE SCAV-CLEA	918,9	11,62	0,174	2,875	0,429	17,693	0,020	25,29	13,97	8,09	21,69	14,76
RELAVE I	749.3	9.47	0,046	1,60	0,159	7,445	0,004	5,46	6,34	2,45	7,44	2,46
RELAVE II	864.5	10.93	0,039	1,80	0,156	7,374	0,004	5,34	8,23	2,77	8,51	2,84
RELAVE III	842.3	10.65	0,050	1,00	0,175	8,796	0,003	6,67	4,45	3,03	9,89	2,07
RELAVE IV	875.4	11.07	0,049	1,00	0,179	8,540	0,004	6,79	4,63	3,22	9,98	2,87
RELAVE V	804.4	10.17	0,020	0,70	0,143	6,000	0,004	2,55	2,98	2,36	6,44	2,64
RELAVE VI	842.3	10.65	0,038	2,00	0,160	7,367	0,007	5,07	8,91	2,77	8,28	4,84
RELAVE VII	824.1	10.42	0,030	1,30	0,145	6,302	0,004	3,92	5,66	2,45	6,93	2,70
RELAVE VIII	834.7	10.55	0,030	1,50	0,154	6,343	0,004	3,97	6,62	2,64	7,06	2,74
RELAVE FINAL	6637,0	83,91	0,038	1,363	0,159	7,286	0,004	39,76	47,81	21,68	64,53	23,16
RELAVE TOTAL	7555,9	95,53	0,054	1,547	0,192	8,552	0,006	65,05	61,78	29,76	86,22	37,92
CABEZA CALC.	7909,6	100,00	0,080	2,392	0,616	9,475	0,015	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabla N° 3.31. Balance metalúrgico cíclico N° 3

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes, %, * g/t					% DISTRIBUCION				
			Au *	Ag *	Cu	Fe	Mo	Au	Ag	Cu	Fe	Mo
CONC I	8,9	0,11	0,751	35,700	21,200	27,580	0,161	0,91	1,58	3,62	0,31	1,16
CONC II	11,2	0,14	0,852	36,600	21,490	29,980	0,160	1,31	2,04	4,62	0,42	1,44
CONC III	25,3	0,31	0,948	32,400	18,670	31,540	0,325	3,28	4,08	9,06	0,99	6,63
CONC IV	27,7	0,34	0,936	32,300	17,500	34,130	0,268	3,55	4,45	9,30	1,18	5,98
CONC V	20,5	0,25	0,980	39,000	21,210	28,830	0,307	2,75	3,98	8,34	0,74	5,07
CONC VI	37,9	0,47	0,794	25,000	11,860	36,080	0,202	4,12	4,71	8,62	1,70	6,17
CONC VII	34,0	0,42	0,824	25,900	12,450	35,170	0,210	3,83	4,38	8,12	1,49	5,76
CONC VIII	34,0	0,42	0,805	26,500	12,790	33,810	0,254	3,75	4,48	8,34	1,43	6,96
CONC TOTAL	199,5	2,46	0,861	29,928	15,684	33,225	0,244	23,50	29,70	60,03	8,25	39,17
MEDIOS III	74,5	0,92	0,611	16,900	5,381	31,910	0,204	6,23	6,26	7,69	2,96	12,25
MEDIOS II	87,2	1,08	0,393	8,500	1,788	28,740	0,108	4,69	3,69	2,99	3,12	7,59
MEDIOS I	103,5	1,28	0,293	8,100	1,439	20,900	0,089	4,15	4,17	2,86	2,69	7,43
MEDIOS TOTAL	265,2	3,27	0,415	10,704	2,661	26,571	0,128	15,07	14,12	13,54	8,77	27,27
CONC ROUGHER	464,7	5,73	0,606	18,957	8,252	29,427	0,177	38,57	43,83	73,57	17,02	66,44
REL. SCAV-CLEA. I	89,1	1,10	0,142	0,900	0,322	16,470	0,012	1,73	0,40	0,55	1,83	0,86
REL. SCAV-CLEA. II	111,4	1,37	0,137	2,900	0,342	14,950	0,010	2,09	1,61	0,73	2,07	0,90
REL. SCAV-CLEA. III	156,7	1,93	0,211	1,600	0,296	23,510	0,012	4,52	1,25	0,89	4,59	1,52
REL. SCAV-CLEA. IV	170,2	2,10	0,237	1,300	0,349	24,670	0,016	5,52	1,10	1,14	5,23	2,20
REL. SCAV-CLEA. V	189,4	2,34	0,234	2,400	0,282	28,420	0,012	6,07	2,26	1,02	6,70	1,83
REL. SCAV-CLEA. VI	133,5	1,65	0,158	3,300	0,483	15,440	0,022	2,89	2,19	1,24	2,57	2,37
REL. SCAV-CLEA. VII	154,9	1,91	0,238	1,200	0,370	16,740	0,015	5,05	0,92	1,10	3,23	1,87
REL. SCAV-CLEA. VIII	199,2	2,46	0,181	2,000	0,478	17,700	0,020	4,93	1,98	1,83	4,39	3,21
RELAVE SCAV-CLEA	1204,4	14,86	0,199	1,955	0,368	20,407	0,015	32,80	11,71	8,50	30,60	14,75
RELAVE I	812,2	10,02	0,034	0,800	0,143	6,553	0,003	3,78	3,23	2,23	6,63	1,96
RELAVE II	809,2	9,98	0,025	2,400	0,138	6,223	0,003	2,77	9,66	2,14	6,27	1,96
RELAVE III	744,3	9,18	0,032	2,500	0,137	6,566	0,004	3,26	9,26	1,96	6,08	2,40
RELAVE IV	820,9	10,13	0,020	0,500	0,138	5,751	0,004	2,25	2,04	2,17	5,88	2,65
RELAVE V	810,7	10,00	0,044	2,200	0,147	7,553	0,005	4,88	8,87	2,29	7,62	3,27
RELAVE VI	832,2	10,27	0,041	1,200	0,154	6,805	0,004	4,67	4,97	2,46	7,05	2,68
RELAVE VII	788,8	9,73	0,033	0,600	0,154	6,292	0,003	3,56	2,35	2,33	6,18	1,91
RELAVE VIII	818,4	10,10	0,031	1,000	0,150	6,542	0,003	3,47	4,07	2,36	6,67	1,98
RELAVE FINAL	6436,7	79,41	0,033	1,388	0,145	6,536	0,004	28,64	44,46	17,93	52,38	18,81
RELAVE TOTAL	7641,1	94,27	0,059	1,478	0,180	8,722	0,005	61,43	56,17	26,43	82,98	33,56
CAB. CALC.	8105,8	100,00	0,090	2,480	0,643	9,909	0,015	100,00	100,0	100,00	100,0	100,00

Tabla N° 3.32. Balance metalúrgico cíclico N° 4

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes, %, * g/t					% DISTRIBUCION				
			Au *	Ag *	Cu	Fe	Mo	Au	Ag	Cu	Fe	Mo
CONC I	3,7	0,06	0,781	37,300	21,160	26,270	0,096	0,51	1,05	1,85	0,15	0,37
CONC II	8,2	0,13	1,238	46,300	24,870	26,410	0,144	1,80	2,88	4,83	0,33	1,25
CONC III	10,5	0,17	0,944	49,000	28,000	23,760	0,131	1,76	3,90	6,96	0,38	1,45
CONC IV	16,4	0,26	0,742	50,000	28,010	22,430	0,137	2,16	6,22	10,88	0,56	2,37
CONC V	15,6	0,25	1,263	47,400	27,420	24,420	0,175	3,50	5,61	10,13	0,58	2,88
CONC VI	21,6	0,34	1,135	48,200	27,100	25,190	0,172	4,36	7,90	13,87	0,83	3,92
CONC TOTAL	76,0	1,20	1,044	47,799	26,957	24,423	0,153	14,10	27,56	48,53	2,83	12,24
MEDIOS III	109,3	1,73	0,521	15,700	6,537	16,530	0,202	10,12	13,02	16,92	2,75	23,30
MEDIOS II	164,7	2,60	0,248	6,200	1,876	14,060	0,135	7,26	7,75	7,32	3,53	23,46
MEDIOS I (CON.CL SCV)	161,1	2,54	0,157	2,400	0,796	12,660	0,082	4,50	2,93	3,04	3,11	13,94
MEDIOS TOTAL	435,1	6,87	0,283	7,179	2,647	14,162	0,132	21,87	23,69	27,28	9,38	60,70
CONC ROUGHER	511,1	8,07	0,396	13,220	6,262	15,688	0,135	35,98	51,25	75,81	12,21	72,94
REL. SCAV-CLEA. I	114,0	1,80	0,127	1,800	0,357	15,850	0,012	2,57	1,56	0,96	2,75	1,46
REL. SCAV-CLEA. II	120,7	1,91	0,142	1,300	0,258	18,900	0,007	3,05	1,19	0,74	3,47	0,89
REL. SCAV-CLEA. III	177,7	2,81	0,172	1,000	0,302	22,880	0,010	5,43	1,35	1,27	6,19	1,87
REL. SCAV-CLEA. IV	218,9	3,46	0,215	0,500	0,308	21,720	0,013	8,36	0,83	1,60	7,24	3,00
REL. SCAV-CLEA. V	318,3	5,03	0,161	2,200	0,319	20,490	0,017	9,11	5,31	2,41	9,93	5,71
REL. SCAV-CLEA. VI	234,0	3,69	0,198	1,000	0,317	18,810	0,010	8,23	1,77	1,76	6,70	2,47
RELAVE SCAV-CLEA	1183,6	18,69	0,175	1,338	0,311	20,135	0,012	36,76	12,01	8,73	36,29	15,40
RELAVE I	774,6	12,23	0,024	1,100	0,130	6,491	0,001	3,30	6,46	2,39	7,66	0,82
RELAVE II	782,8	12,36	0,025	1,000	0,152	6,381	0,002	3,48	5,94	2,82	7,61	1,65
RELAVE III	783,6	12,37	0,028	1,400	0,144	6,461	0,001	3,90	8,32	2,67	7,71	0,83
RELAVE IV	833,3	13,16	0,032	0,600	0,160	6,686	0,006	4,74	3,79	3,16	8,48	5,27
RELAVE V	732,6	11,57	0,045	0,900	0,124	8,993	0,002	5,86	5,00	2,15	10,03	1,55
RELAVE VI	732,4	11,56	0,046	1,300	0,131	8,969	0,002	5,99	7,22	2,27	10,00	1,55
RELAVE FINAL	4639,3	73,24	0,033	1,044	0,141	7,289	0,002	27,27	36,74	15,46	51,50	11,66
RELAVE TOTAL	5822,9	91,93	0,062	1,104	0,175	9,900	0,004	64,02	48,75	24,19	87,79	27,06
CABEZA CALC.	6334,0	100,00	0,089	2,081	0,667	10,367	0,015	100,00	100,0	100,00	100,0	100,00

Tabla N° 3.33. Efecto de la carga circulante en pruebas cíclicas de optimización.

N° Cíclica	CC (g)	%CC	Ley, %			Distribucion, %			Radio
			Cu	Fe	Mo	Cu	Fe	Mo	
1	197,20	19,27	16,36	32,69	0,32	69,76	15,03	64,80	42,74
2	238,40	24,11	23,04	28,19	0,24	70,24	13,78	62,08	68,60
3	265,20	26,17	15,68	33,23	0,24	73,57	17,02	66,44	40,63
4	435,10	41,22	26,96	24,42	0,15	75,81	12,21	72,94	83,34

Observaciones

- En la prueba cíclica N° 1 a pesar de la baja carga circulante y radio, el grado y distribución de Cu y Mo son bajos. Se adiciona A-3894 6 gr/tn logrando mejorar la recuperación en el concentrado rougher relave promedio cleaner – scavenger es de 0.472 % Cu. Se requieren 8 ciclos de flotación para alcanzar el equilibrio.
- En la prueba cíclica N° 2 el concentrado tiene grado 23.04% Cu y recuperación de 70.24 %. Etapa cleaner – scavenger se adiciona el A-404, 7.5 gr/tn y SPRI 1018, 5gr/tn el cual nos ayuda a disminuir el relave a 0.429% Cu en esta etapa.
- La prueba cíclica N° 3 se realiza con la finalidad de mejorar la recuperación de Cu. Logrando obtener un recuperación 73.57% de Cu y un grado de concentrado de 15.684%. En el cleaner – scavenger se adiciona NaSH 0.100 gr/tn y Z-6 1 gr/tn con el que se disminuye a 0.368% de Cu en el relave el cual repercute en la mejora de la recuperación Rougher.
- La prueba cíclica N° 4 optimiza las condiciones y los resultados de las pruebas anteriores. Pese a la mayor carga circulante y radio, el grado y distribución del concentrado de Cu y Mo son altos siendo necesario solo 6 ciclos para alcanzar el equilibrio. Con respecto a dosificación de reactivos en la etapa cleaner – scavenger se adiciona A 3894 12gr/tn, Z- 6 2.5 gr/tn, A- 404 7.5 gr/tn, NaSH 0.100 gr / tn estableciendo la ley de relave a 0.311%. Respecto al molibdeno en el concentrado de Cu se recupero el 72.94% con grado de 0.153 %

3.6.6 Resultados y evaluación de variables

Tabla N° 3.34. Consumo de reactivos y tabla resumen

N° ciclica	g/t						Cu		Mo	
	NaHS	A3894	Spri 1018	A404	Z-6	Metabis	Rec. %	Ley, %	Rec. %	Ley, %
1	350,00	36,00	30,00	32,60	15,00	1125,0	69,76	16,36	64,80	0,317
2	300,00	30,00	25,00	32,40	15,00	1062,5	70,24	23,04	62,08	0,240
3	400,00	30,00	25,00	31,50	21,00	1193,8	73,57	15,68	66,44	0,244
4	400,00	42,00	25,00	39,00	22,50	1941,7	75,81	26,96	72,94	0,153

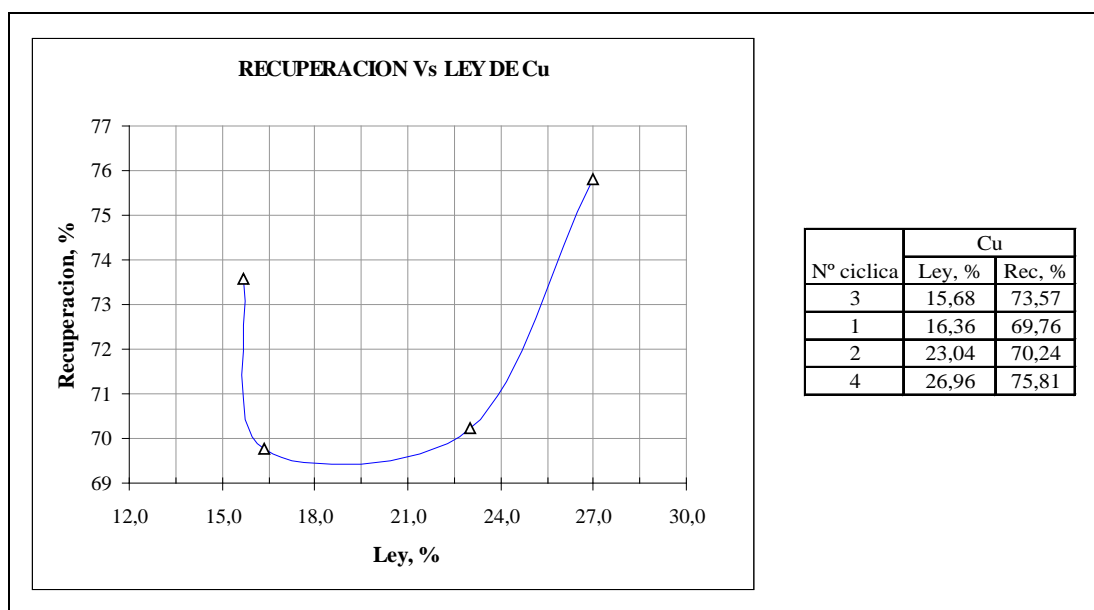


Figura N° 3.24.- Recuperación versus ley de cobre en el concentrado

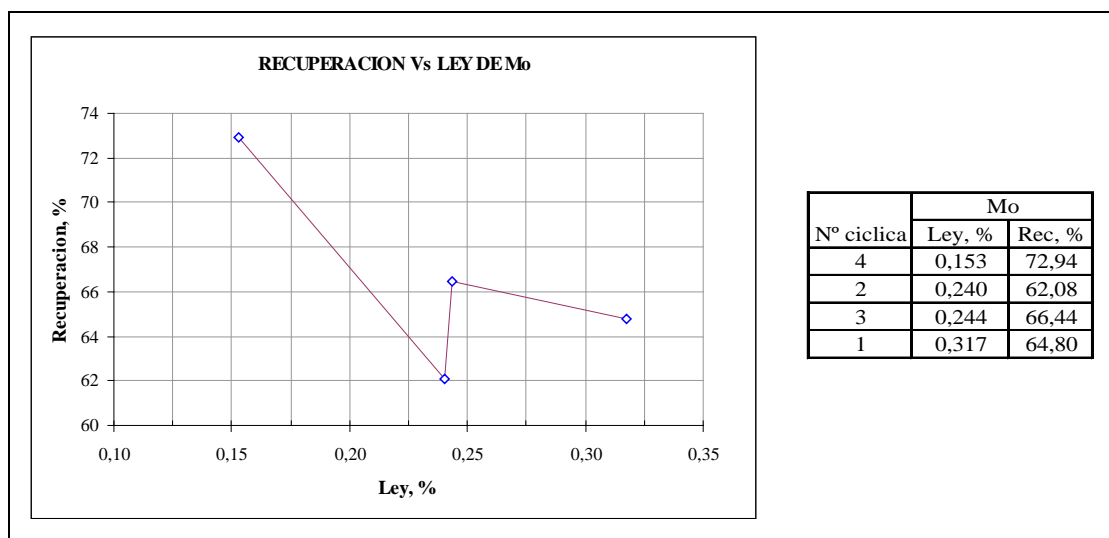


Figura N° 3.25.- Recuperación versus ley de molibdeno en el concentrado.

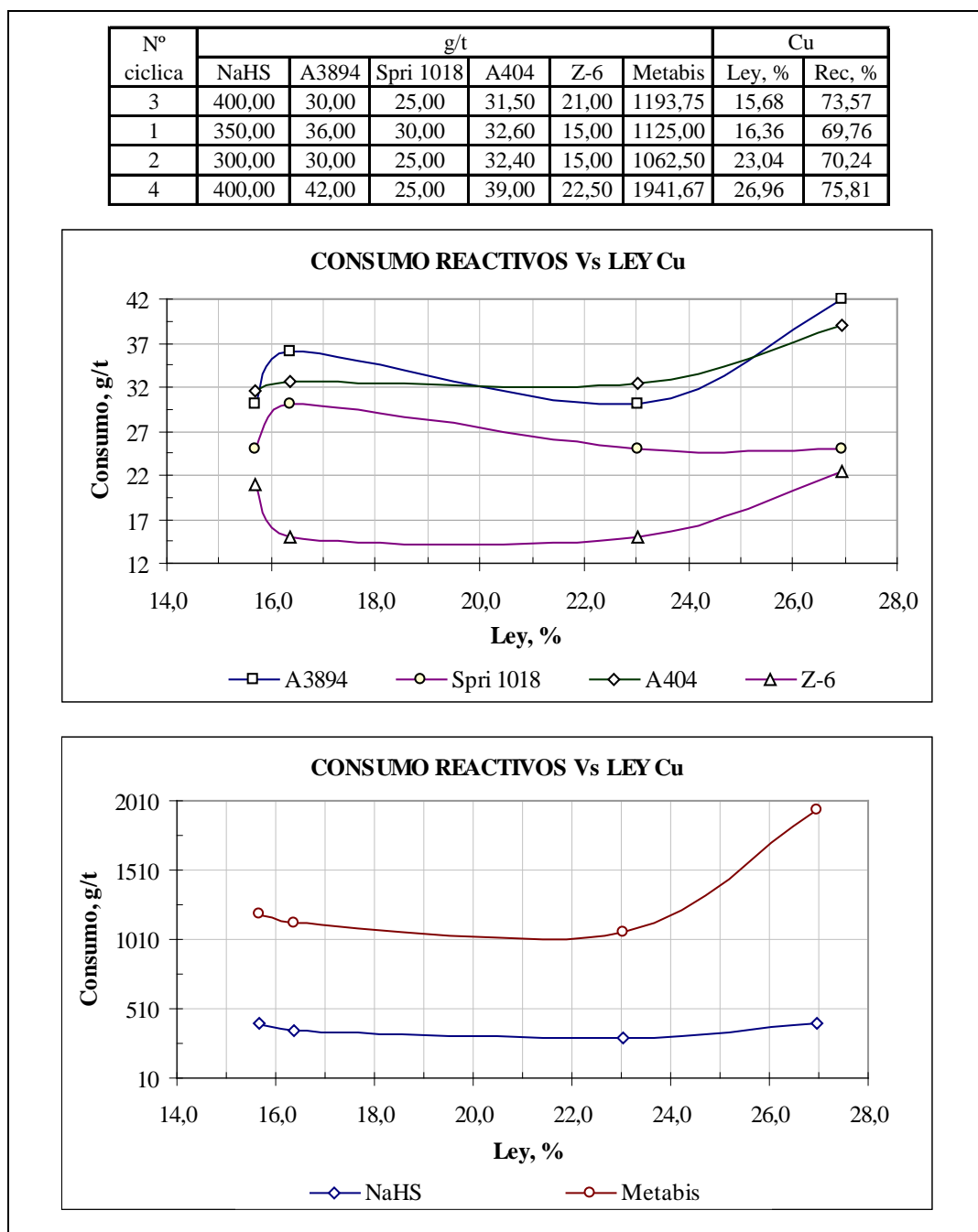


Figura N° 3.26.- Consumo de reactivos versus ley de cobre en el concentrado.

N° ciclica	g/t						Cu	
	NaHS	A3894	Spri 1018	A404	Z-6	Metabis	Rec, %	Ley, %
1	350,00	36,00	30,00	32,60	15,00	1125,0	69,76	16,36
2	300,00	30,00	25,00	32,40	15,00	1062,5	70,24	23,04
3	400,00	30,00	25,00	31,50	21,00	1193,8	73,57	15,68
4	400,00	42,00	25,00	39,00	22,50	1941,7	75,81	26,96

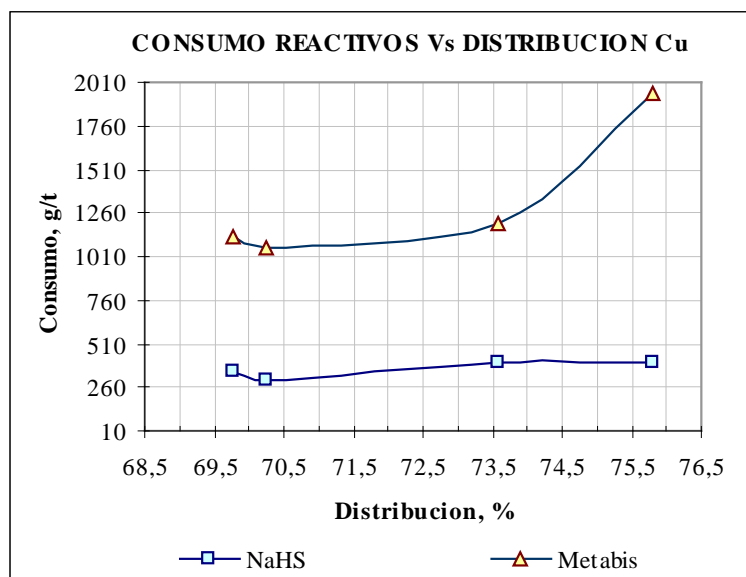
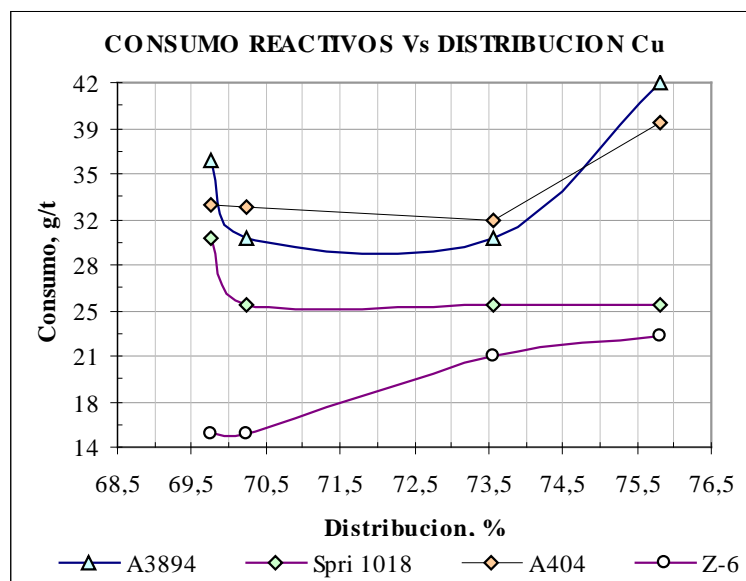


Figura N° 3.27.- Consumo de reactivos versus recuperación de cobre.

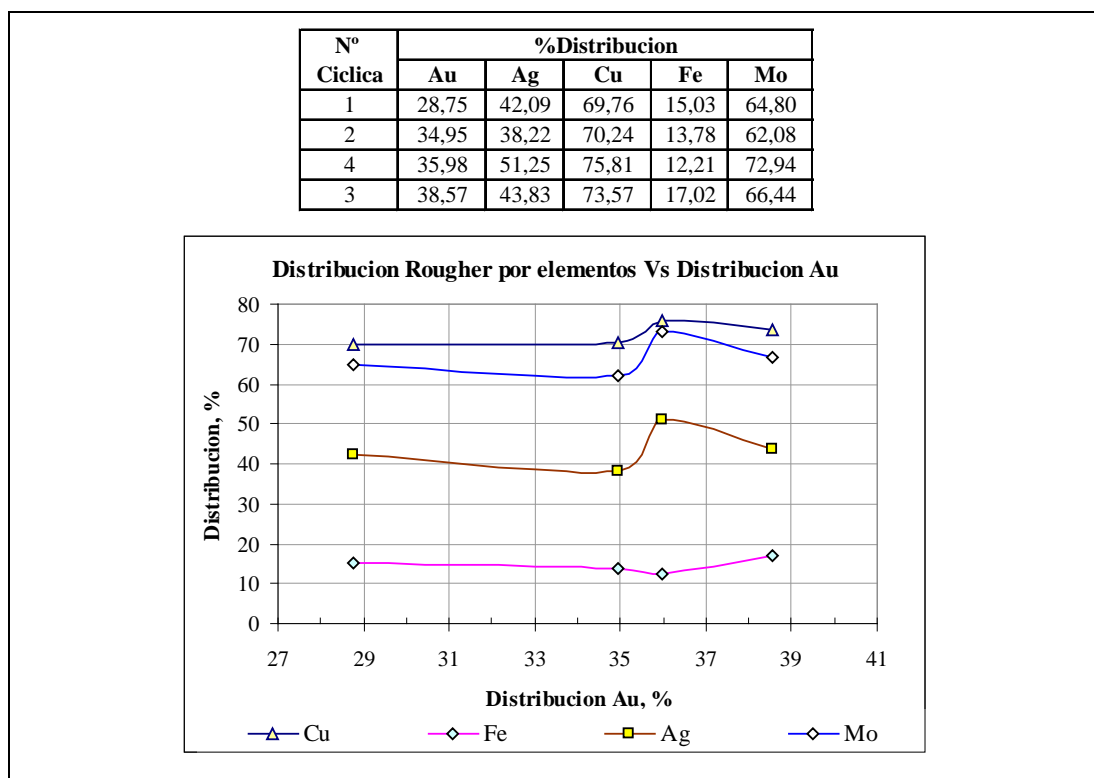


Figura N° 3.28.- Distribución Rougher por elementos versus distribución de oro.

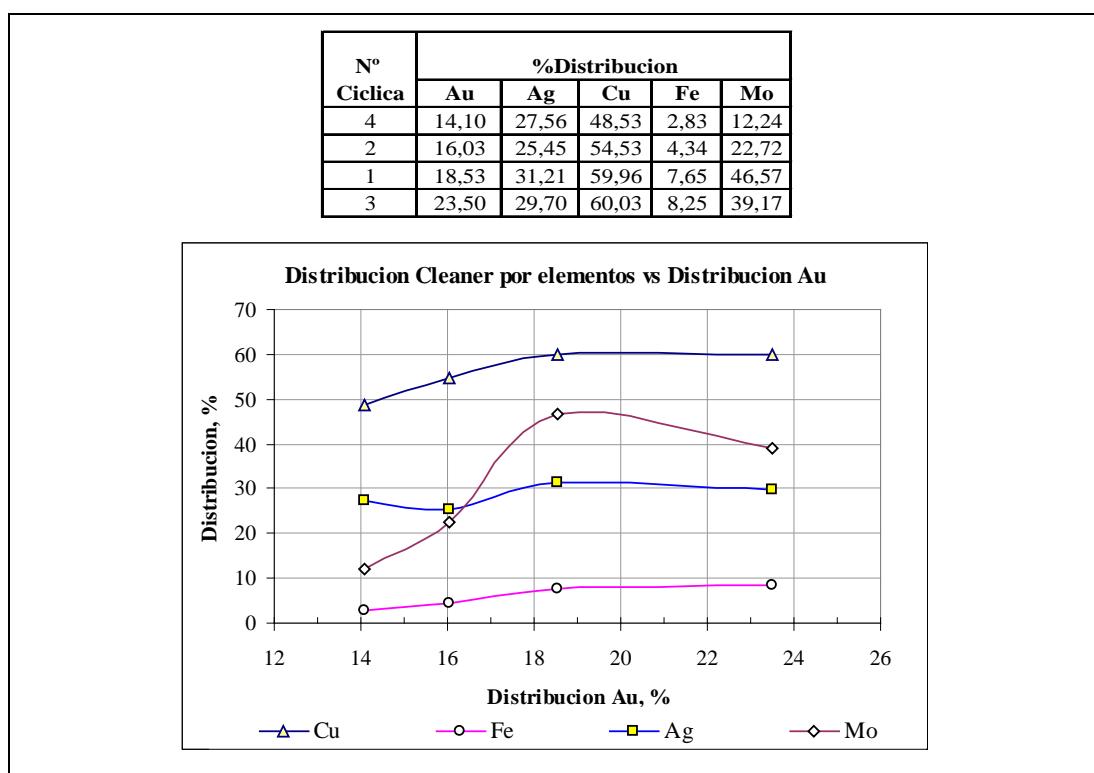


Figura N° 3.29.- Distribución Cleaner por elementos versus distribución de oro.

Comentarios

Comparando estos datos analíticos y esquemas gráficos se afirma que existe una buena tendencia en la recuperación de los minerales de oro, plata, cobre, y hierro. Esto nos señala que existen posibles asociaciones entre estos minerales. Además se observa un máximo en la curva de recuperación rougher de los minerales de cobre, oro, molibdeno, plata y una buena depresión de fierro con la cíclica N° 4 tal como lo muestra la figura N° 3.28 lo cual estaría indicando que la dosificación de reactivos es óptima para esta prueba.

CAPITULO IV
SEPARACION Y OBTENCION DE CONCENTRADOS
DE COBRE Y MOLIBDENO

4.1. Obtención del concentrado bulk de cobre y molibdeno

Para la separación molibdeno – cobre se desarrollaron 50 moliendas a un kilo de muestra en las condiciones del test 34 (tercer grupo de pruebas, ver anexo VI), ejecutándose 25 pruebas de flotación con la celda de 5.4 litros, luego de acumular mas de 800g de concentrado de cobre-molibdeno, se procedió a realizar la separación.

4.2. Esquema de separación de cobre y molibdeno

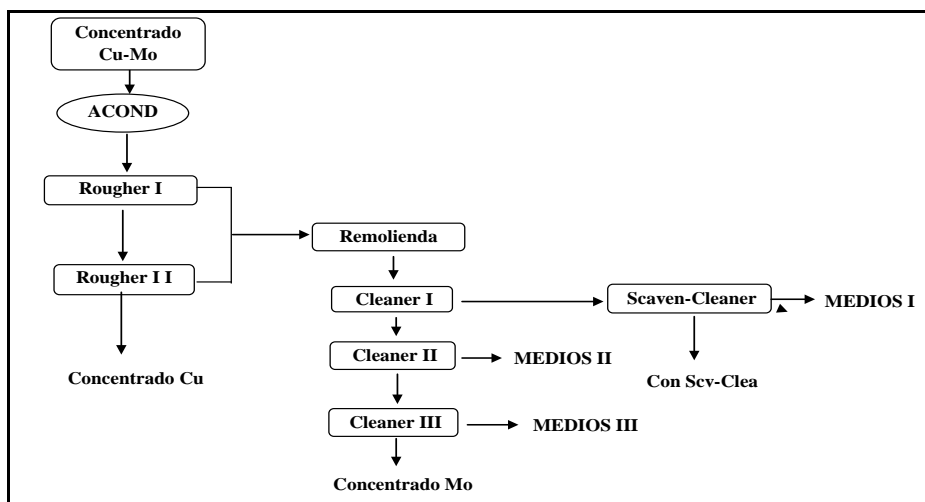


Figura N° 4.1.- Esquema general de separación de concentrados de Cu y Mo.

4.2.1 ley concentrado cobre (Cabeza separación Cu – Mo)

Se flota 50 kilos para obtener concentrado para realizar las pruebas exploratorias de separación Cu – Mo obtenido estas leyes son

LEYES %		
Cu	Mo	Fe
24.16	0.45	26.90

4.3. Balance metalúrgico

4.3.1 Test separación N° 1

Tabla N° 4.1.- Balance metalúrgico del test separación N° 1

PRODUCTOS	PESO (g)	% PESO	Leyes %							% DISTRIBUCION						
			Cu	CuOx	Ag g/t	Au g/t	Fe	Mo	As	Cu	CuOx	Ag	Au	Fe	Mo	As
CONC Cu	32.90	17.91	28.150	0.394	45.900	1.240	28.820	0.029	0.906	20.92	18.69	16.92	10.44	19.27	1.16	17.21
CONC Mo	3.70	2.01	13.380	0.202	47.700	1.438	29.700	6.092	0.245	1.12	1.08	1.98	1.36	2.23	27.40	0.52
CON. SCAV-CLEAN.	6.20	3.38	23.420	0.306	71.700	1.268	26.330	0.507	0.882	3.28	2.74	4.98	2.01	3.32	3.82	3.16
MEDIOS III	7.30	3.97	15.450	0.478	54.900	1.498	26.300	2.891	0.561	2.55	5.03	4.49	2.80	3.90	25.66	2.36
MEDIOS II	8.20	4.46	18.830	0.225	55.000	1.518	26.870	2.420	0.678	3.49	2.66	5.05	3.18	4.48	24.12	3.21
MEDIOS I	125.40	68.26	24.230	0.386	47.400	2.501	26.220	0.117	1.016	68.64	69.80	66.59	80.21	66.81	17.84	73.54
TOTAL MEDIOS	147.10	80.08	23.459	0.378	49.220	2.344	26.265	0.399	0.969	77.96	80.23	81.11	88.20	78.50	71.44	82.27
CABEZA CALC.	183.70	100.00	24.096	0.377	48.595	2.128	26.792	0.448	0.943	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Comentarios.- esta se realiza con el NaSH con un consumo de 2.017kg/tn esta prueba se realiza con aire como colector SPRI1018 y el diesel 7gr/tn esta condiciones se obtiene 6.092% de Mo con una recuperación de 27.40%

Que en la cual no es comercial

4.3.2 Test separación N° 2

Tabla N° 4.2.- Balance metalúrgico del test separación N° 2

PRODUCTOS	PESO (g)	% PESO	Leyes %, * g/t							% DISTRIBUCION						
			Cu	CuOx	Ag *	Au *	Fe	Mo	As	Cu	CuOx	Ag	Au	Fe	Mo	As
CONC. Cu	90.00	53.44	19.070	0.371	25.200	1.131	32.790	0.267	0.328	40.20	53.12	29.68	36.89	63.77	35.38	20.71
CONC. Mo	4.80	2.85	35.580	0.230	95.800	1.700	11.240	0.899	4.300	4.00	1.76	6.02	2.96	1.17	6.35	14.48
CON. SCAV-CLEAN.	35.60	21.14	34.630	0.410	60.700	2.195	21.990	0.590	1.121	28.88	23.22	28.28	28.32	16.92	30.93	28.00
MEDIOS III	14.90	8.85	33.850	0.293	90.600	2.539	15.260	0.537	2.324	11.81	6.94	17.67	13.71	4.91	11.78	24.29
MEDIOS II	8.10	4.81	34.130	0.402	94.400	2.716	18.700	0.715	1.626	6.48	5.18	10.01	7.97	3.27	8.53	9.24
MEDIOS I	15.00	8.91	24.560	0.410	42.500	1.865	30.710	0.318	0.312	8.63	9.78	8.34	10.14	9.95	7.02	3.28
CABEZA CALC.	168.40	100.00	25.351	0.373	45.373	1.638	27.479	0.403	0.846	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Comentario.- esta prueba se realiza con carbón activado como neutralizador de

reactivos remanentes como depresor de cobre el cianuro de sodio se obtiene 0.899

% Mo y recuperación de 6.35% con ellos no es eficiente el cianuro de sodio como depresor de Cu y el carbón activado no ayudado.

Observaciones de los test de separación N° 1 y N° 2

Estas dos pruebas se hace con remolienda concentrado rougher como se observa en el esquema es posible que la remolienda haya lameado al molibdeno y no haya favorecido para una buena separación Cu- Mo.

Estos resultados es posible mejorar con un mejor control de los depresores de Cu y las condiciones del medio de flotación no es necesario la remolienda.

4.4. PRUEBAS COMPLEMENTARIAS

4.4.1 Esquema de prueba

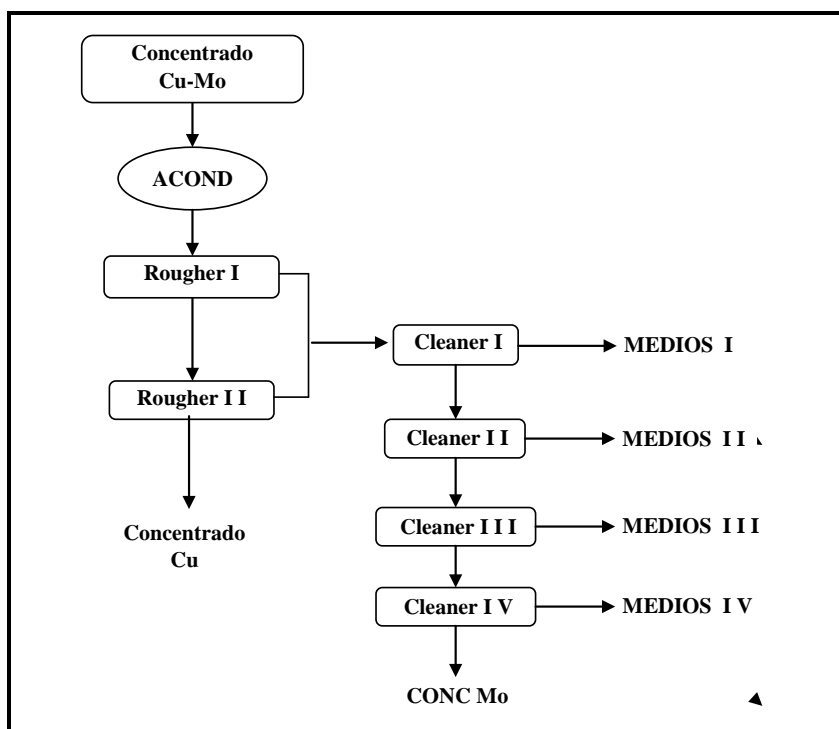


Figura N° 4.2.- Esquema general de las pruebas complementarias de separación de concentrados de Cu y Mo.

4.4.2 Balance metalúrgico

4.4.2.1 Test de separación N° 3

Tabla N° 4.3.- Balance metalúrgico del test separación N° 3

PRODUCTOS	PESO (g)	% PESO	Leyes %					% DISTRIBUCION				
			Cu	CuOx	Fe	Mo	As	Cu	CuOx	Fe	Mo	As
CONC. Cu	309,40	81,90	26,440	0,310	29,330	0,062	0,895	84,86	82,96	85,89	10,36	81,26
CONC. Mo	5,80	1,54	12,730	0,179	18,850	14,360	0,550	0,77	0,90	1,03	44,97	0,94
MEDIOS III	5,00	1,32	11,150	0,162	14,240	4,557	0,423	0,58	0,70	0,67	12,30	0,62
MEDIOS II	6,80	1,80	15,230	0,219	16,390	2,021	0,728	1,07	1,29	1,05	7,42	1,45
MEDIOS I	50,80	13,45	24,150	0,322	23,600	0,910	1,055	12,73	14,15	11,35	24,96	15,73
TOTAL MEDIOS	62,60	16,57	22,143	0,298	22,069	1,322	0,969	14,38	16,14	13,08	44,68	17,80
CABEZA CALC.	377,80	100,00	25,517	0,306	27,966	0,490	0,902	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Comentario.- en esta prueba se observa buena molibdeno en la etapa de rougher I y II, en las etapas cleaner se deprime el Cu remanente adicionando mas cantidad de cianuro. En esta prueba se utiliza NaSH 2.94 Kg/tn, NaCN 75.6 gr/tn ya no se remuele concentrado rougher a esta condiciones se obtuvo un concentrado de Mo de 14.36% y recuperación de 44.97%.

4.4.2.2 Test de separación N° 4

Tabla N° 4.4.- Balance metalúrgico del test separación N° 4

PRODUCTOS	PESO (g)	% PESO	Leyes %				% DISTRIBUCION			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
CONC. Cu	521,20	82,87	26,580	0,270	32,290	0,396	83,30	90,80	85,94	55,09
CONC. Mo	3,60	0,57	7,930	0,122	10,730	14,450	0,17	0,28	0,20	13,90
MEDIOS IV	7,60	1,21	12,170	0,044	13,890	7,124	0,56	0,22	0,54	14,47
MEDIOS III	5,00	0,80	16,100	0,088	17,680	4,048	0,48	0,28	0,45	5,41
MEDIOS II	20,30	3,23	29,000	0,018	23,510	0,447	3,54	0,24	2,44	2,42
MEDIOS I	71,20	11,32	27,920	0,178	28,690	0,458	11,95	8,18	10,43	8,71
TOTAL MEDIOS	104,10	16,55	26,413	0,133	26,071	1,115	16,53	8,91	13,86	31,01
CABEZA CALC.	628,90	100,00	26,446	0,246	31,137	0,595	100,00	100,00	100,00	100,00

Comentario.- para esta prueba se flota 50 kilos para obtener concentrado necesario para obtener los 630.2 gramos para la prueba.

En esta prueba incremento el consumo de NaSH 7.8kg/tn y 0.55 kg/tn se obtuvo una ley 14.45% de Mo recuperación 13.90 % se observa que la ley de Cu en el concentrado de Mo 7.93

Observaciones

Se desarrollaron 4 Test de separación, la primera con 183 gramos de concentrado, empleando NaSH para neutralizar los reactivos remanentes y Cianuro de sodio para deprimir el cobre y fierro, la segunda prueba fue realizada con 377.80 gramos en condiciones similares y la cuarta con 628.90 gramos NaSH 9000 gr/tn, Cianuro de sodio 600gr/tn.

La mejor prueba que se ha obtenido es el test de separación N° 3, su grado es de 14.360 y su recuperación 44.97 % de molibdeno, en las pruebas realizadas si se puede realizar la separación Cu – Mo.

4.5. Esquema general del proceso proyectado

Tomando como referencia el mejor esquema del proceso en flotación Batch y el mejor esquema del proceso de flotación cíclica y los esquemas complementarios de separación de concentrados de cobre y molibdeno podemos resumir que el esquema general óptimo del proceso proyectado seria como el mostrado en la figura N° 4.3.

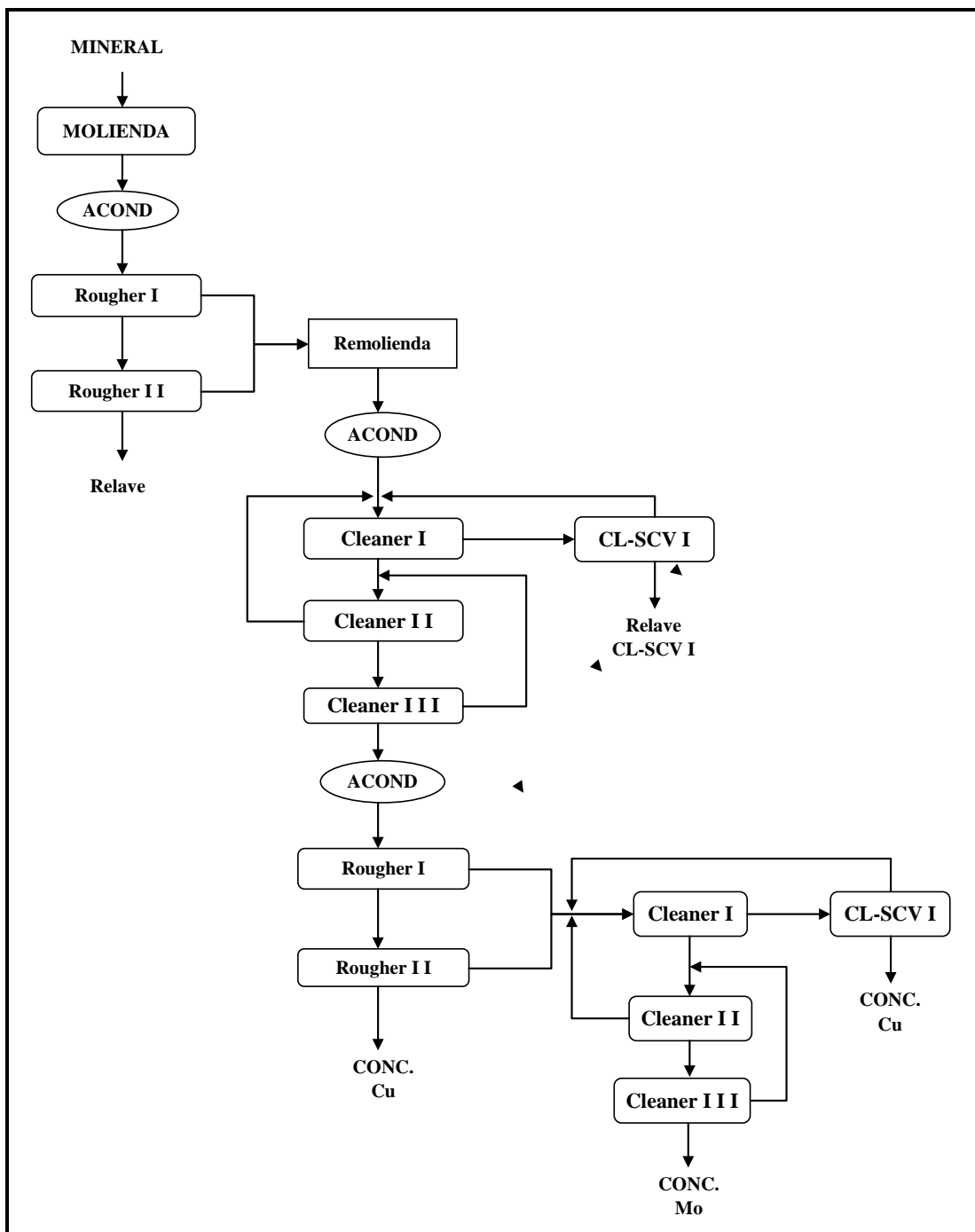


Figura N° 4.3.- Esquema general del proceso proyectado para flotación y separación de concentrados de Cu y Mo.

CAPITULO V

EVALUACION ECONOMICA DEL PROCESO

Se trata de determinar la viabilidad del proyecto en cuanto a rentabilidad económica del proceso lo cual implica estimar y determinar la valorización de los productos finales concentrados tanto de cobre y molibdeno con valor comercial para una operación metalúrgica continua proyectada de 30000 TMPD. La evaluación económica del proceso se requiere del contrato de compra – venta para concentrados de cobre y molibdeno. Las condiciones de pago, deducciones, y penalidades de un contrato varían de uno a otro, por lo que se tomara las siguientes condiciones de compra – venta como referencia y empleando los precios actualizados del mercado de metales.

Concentrados de Cobre

Cu: sobre el 10% se paga el 92% del cobre a 4 US\$/lb.

Ag: sobre 10 Oz/Tc se paga el 90% de plata a ----- US\$/Oz

Au: Sobre 0.1 Oz/Tc se paga el 90% de oro a ----- US\$/Oz

As: Por encima de 0.2% se castiga a razón de 5 US\$ por cada 0.1%.

Sb: Por encima de 0.2% se castiga a razón de 5 US\$ por cada 0.1%.

Maquila: 120 US\$/Tm

Concentrados de Molibdeno

Mo: Sobre 45% se paga el 92% del molibdeno a ----- US\$/lb

Cu: Por encima de 0,9% se castiga a razón de 5 US\$ por cada 0,1 %.

Maquila: 180 US\$/Tm

Además de estas condiciones se debe aclarar que no se está considerando los escaladores referidos a la variación por incremento en el precio de los metales lo cual incrementaría también la maquila en forma proporcional y las deducciones por concepto de humedad.

Tomando en cuenta los resultados del balance metalúrgico del test de separación N°3 podemos determinar los productos de la flotación diferencial Cu – Mo.

Tabla N° 5.1.- Balance metalúrgico del test separación N° 3

PRODUCTOS	PESO (g)	%	Leyes, %					% DISTRIBUCION					Radio
			Cu	CuOx	Fe	Mo	As	Cu	CuOx	Fe	Mo	As	
CONC. Cu	309,40	81,90	26,440	0,310	29,330	0,062	0,895	84,86	82,96	85,89	10,36	81,26	1,22
CONC. Mo	5,80	1,54	12,730	0,179	18,850	14,360	0,550	0,77	0,90	1,03	44,97	0,94	65,14
MEDIOS III	5,00	1,32	11,150	0,162	14,240	4,557	0,423	0,58	0,70	0,67	12,30	0,62	
MEDIOS II	6,80	1,80	15,230	0,219	16,390	2,021	0,728	1,07	1,29	1,05	7,42	1,45	
MEDIOS I	50,80	13,45	24,150	0,322	23,600	0,910	1,055	12,73	14,15	11,35	24,96	15,73	
TOTAL MEDIOS	62,60	16,57	22,143	0,298	22,069	1,322	0,969	14,38	16,14	13,08	44,68	17,80	
ROUGHER Mo	68,40	18,10	21,345	0,288	21,796	2,428	0,933	15,14	17,04	14,11	89,64	18,74	5,52
CABEZA CALC.	377,80	100,00	25,517	0,306	27,966	0,490	0,902	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	

Considerando que para obtener 630.2g de concentrado bulk se necesitan la flotación de 50 kg de mineral, el radio Bulk es:

$$Radio\ Bulk = \frac{50000}{630.2} = 79.34 \frac{TMin}{TBulk}$$

Para una producción de 30000 TMSPD, se obtiene:

$$Concentrado\ Bulk = 30000 \times \frac{630.2}{50000} = 378.12\ TMPD$$

Utilizando los análisis químicos del concentrado bulk, concentrado de cobre, concentrado de molibdeno y medios del balance metalúrgico anterior, se realiza el siguiente balance de flujos de masa.

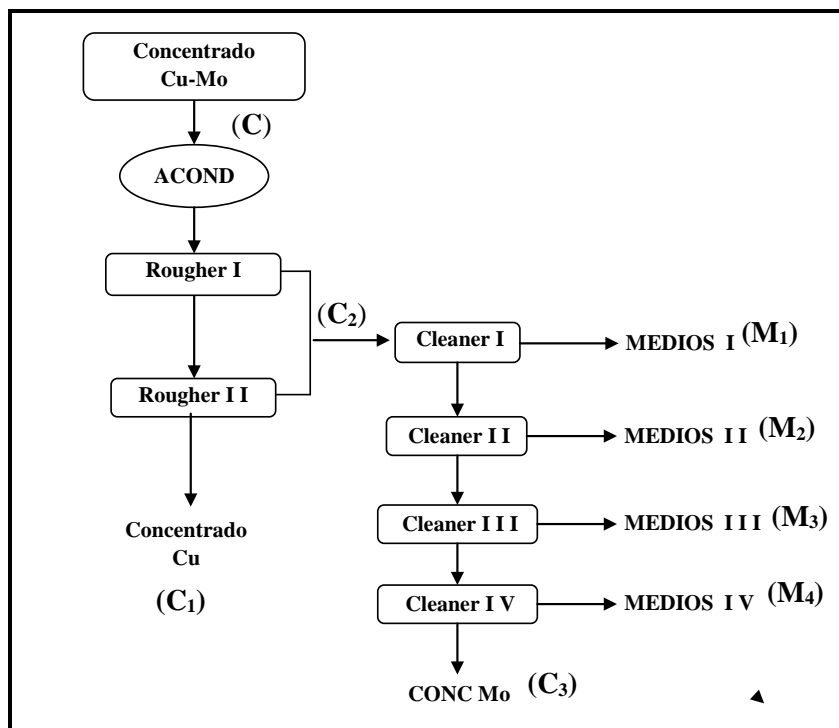


Figura N° 5.1.- Balance de masa en el esquema general proyectado

$$C = C_1 + C_2 \quad (1)$$

Balance para Cobre: $C \times c = C_1 \times c_1 + C_2 \times c_2 \quad (2)$

Reemplazando y resolviendo ecuaciones:

$$C_1 = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 25.517 & 21.345 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 26.44 & 21.345 \end{vmatrix}} \times 378.12 = 309.62 \text{ TMCu};$$

$$C_2 = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 26.44 & 25.517 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 26.44 & 21.345 \end{vmatrix}} \times 378.12 = 68.50 \text{ TMRoMo}$$

El balance de masa para las etapas de limpieza del concentrado de molibdeno.

$$C_2 = C_3 + M_1 + M_2 + M_3 \quad (3)$$

Cobre: $C_2 \cdot c_2 = C_3 \cdot c_3 + M_1 \cdot m_1 + M_2 \cdot m_2 + M_3 \cdot m_3 \quad (4)$

Molibdeno: $C_2 \cdot l_2 = C_3 \cdot l_3 + M_1 \cdot n_1 + M_2 \cdot n_2 + M_3 \cdot n_3 \quad (5)$

Hierro: $C_2 \cdot u_2 = C_3 \cdot u_3 + M_1 \cdot p_1 + M_2 \cdot p_2 + M_3 \cdot p_3 \quad (6)$

Reemplazando datos y resolviendo ecuaciones:

$$C_3 = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline 21.345 & 24.15 & 15.23 & 11.15 \\ \hline 2.428 & 0.91 & 2.021 & 4.557 \\ \hline 21.796 & 23.6 & 16.39 & 14.24 \\ \hline \end{array} \times 68.5 = 5.83 \text{ TMMo}$$

$$C_3 = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline 12.73 & 24.15 & 15.23 & 11.15 \\ \hline 14.36 & 0.91 & 2.021 & 4.557 \\ \hline 18.85 & 23.60 & 16.39 & 14.24 \\ \hline \end{array}$$

$$M_1 = 50.82; M_2 = 6.97; M_3 = 4.87$$

Con estos datos y los análisis químicos del concentrado bulk se obtiene el balance metalúrgico proyectado:

Tabla N° 5.2.- Balance metalúrgico del test separación proyectado

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes %					% DISTRIBUCION					Radio
			Cu	CuOx	Fe	Mo	As	Cu	CuOx	Fe	Mo	As	
Concentrado Cu	309,62	81,88	26,440	0,310	29,330	0,062	0,895	84,85	82,96	85,88	10,33	81,26	1,22
Concentrado Mo	5,83	1,54	12,730	0,179	18,850	14,360	0,550	0,77	0,90	1,04	45,07	0,94	64,86
Total Medios	62,66	16,57	22,143	0,298	22,069	1,322	0,969	14,38	16,14	13,08	44,60	17,80	
Conc. Rougher Mo	68,49	18,11	21,436	0,288	21,795	2,432	0,933	15,15	17,04	14,12	89,67	18,74	
CAB CALC	378,12	100,00	25,516	0,306	27,964	0,491	0,902	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	

Los radios de concentración de cobre y molibdeno para una operación de 30000

TMPD se obtienen de los radios del balance metalúrgico anterior.

$$\text{Radio Cu} = 1,22 \times 79,34 = 96,79$$

$$\text{Radio Mo} = 64,86 \times 79,34 = 5146,0$$

$$\text{Radio Bulk} = 79,34$$

5.1 Valorización del concentrado Bulk

La valorización es únicamente por cobre considerando al molibdeno como agregado.

PAGO: Base 1 Tm de concentrado

$$VC = 2200 \frac{Lb}{TmBulk} \times 25,516\% \times 92\% \times 4 \frac{US\$}{Lb} = 2065,78 \frac{US\$}{TmBulk}$$

DEDUCCIONES:

$$As = (0,902 - 0,2) \times \frac{5}{0,1} = 35,1 \frac{US\$}{Tm}$$

$$Maquila = 120 \frac{US\$}{Tm}$$

$$\text{ValorConcentrado} = 2065,78 - 35,1 - 120$$

$$\text{ValorConcentrado} = 1910,68 \frac{US\$}{TmBulk}$$

Valor para el concentrado total:

$$\text{ValorConcentrado} = 1910,68 \times 378,12$$

$$\text{ValorConcentrado} = 722465,57 \text{ US\$}$$

5.2 Valorización del concentrado de Cobre

PAGO: Base 1 Tm de concentrado

$$VC = 2200 \frac{Lb}{Tm} \times 26,440\% \times 92\% \times 4 \frac{US\$}{Lb} = 2140,6 \frac{US\$}{Tm}$$

DEDUCCIONES:

$$As = (0,895 - 0,2) \times \frac{5}{0,1} = 34,75 \frac{US\$}{Tm}$$

$$Maquila = 120 \frac{US\$}{Tm}$$

$$ValorConcentrado = 2140,6 - 34,75 - 120$$

$$ValorConcentrado = 1985,8 \frac{US\$}{Tm}$$

Valor del concentrado total:

$$ValorConcentrado = 1985,8 \times 309,62$$

$$ValorConcentrado = 614858,88 \text{ US\$}$$

5.3 Valorización del concentrado de Molibdeno

En este caso se ha alcanzado un concentrado de molibdeno con un grado de 14,36% y una recuperación de 44,28% el cual no es comercial, debido a la cantidad insuficiente de muestra disponible para realizar más limpiezas, pero la separación si es posible.

En este caso es más conveniente comercializar el producto como concentrado bulk.

5.4 Valorización del mineral

Como concentrado Bulk:

$$ValorMineral = \frac{1910,68}{79,34}$$

$$ValorMineral = 24,08 \frac{US\$}{Tm}$$

Como concentrado de cobre:

$$\text{ValorMineral} = \frac{1985,8}{96,79}$$

$$\text{ValorMineral} = 20,50 \frac{\text{US\$}}{\text{Tm}}$$

Además se debe remarcar que el grupo Milpo maneja los costos de producción más bajos en cada una de sus unidades de producción el cual oscila en el rango de 20 – 45 US\$/Tm de mineral, siendo los mas altos solo con respecto a las nuevas unidades adquiridas.

CONCLUSIONES

- Del resultado del primer grupo de pruebas de flotación a nivel Batch el grado de molienda recomendable a nivel industrial sería 65% -200 mallas o P(80) 110 micras y con 10.5 de pH, además es necesario considerar una remolienda y uso de un agente sulfurizante. El mejor resultado obtenido en cuanto a grado y recuperación fue el test N° 11.
- La mejor combinación de reactivos se da entre un xantato Z-6, un ditiofosfato (MT – 506 o A-404), un tionocarbamato (A – 3894), metabisulfito como depresor de pirita y spri – 1018 para asegurar una óptima recuperación y grado de concentrado rougher bulk de cobre y molibdeno tal como lo muestra los resultados de la prueba cíclica de flotación N° 4.
- Del resultado del segundo grupo de pruebas se concluye que el tiempo óptimo de flotación rougher es 15 minutos alcanzando una recuperación máxima entre 70 a 75% Cu y considerando 15 minutos de molienda (p80 110 micras) para evitar la sobre molienda de los óxidos y molibdenita que se halla libre según la microscopía del mineral de cabeza. Además se logra comprobar la

necesidad de un agente sulfurizante como el NaHS test N° 23 y 24 que incremento la recuperación del CuOx a 42,0%.

- Además de considerar al NaSH como reactivo permanente es necesario considerar dosis extras de otros colectores para recuperar el cobre como oxido, así como la forma y dosificación requerida lo cual quedaría definido en pruebas a escala piloto.
- En el tercer grupo de pruebas se logra mejores resultados con el test N° 34 el cual hace uso de NaSH y meta bisulfito de sodio, lográndose obtener 81.29% de recuperación de cobre en la etapa rougher y grado de 22.45% Cu en la cleaner y recuperación de 83.22% de Mo con 0.377% de grado en la cleaner.
- Los resultados de la prueba cíclica en circuito cerrado se observa el efecto negativo de la carga circulante además de presencia de partículas gruesas por falta de liberación y empleo de más depresores por lo cual se elige el esquema de ciclo abierto como óptimo. El mejor resultado se obtiene en la prueba cíclica de optimización N° 4 donde se obtiene un grado de concentrado de 26.957% Cu con una recuperación de 75.81 %, además, un grado de 0.153% Mo con una recuperación de 72.94% en el concentrado de cobre.
- Del resultado de los test de separación Cu – Mo se observa que la mejor prueba de separación se obtiene con el test de separación N° 3 con grado de 14.36% y recuperación 44.97 % de molibdeno, esto se explica ya que la ley de cabeza Bulk de 377.8g tiene 25.517%Cu y 0.49%Mo esto es 96.4g de Cu metálico y 1.85g de Mo metálico, que representa una cantidad insuficiente para realizar una flotación diferencial eficiente y es pobre acción de los reactivos colectores y depresores que fácilmente por efecto de arrastre se pueden

tener desplazamientos indebidos de Mo al concentrado de cobre sin embargo a pesar de ello se ha logrado maximizar la recuperación y grado que para estas condiciones es lo máximo que se puede alcanzar en pruebas a nivel de laboratorio.

- Es posible incrementar la recuperación del cobre total con el uso del NaSH, aún no se ha definido la dosificación que este mineral requiere, siendo muy importante tomar en cuenta por el efecto depresor que tiene el reactivo cuando se agrega en exceso.
- Es necesario continuar esta investigación con pruebas piloto con este mineral para definir el grado de liberación ideal el cual evite la sobre molienda de los óxidos de cobre y mejorar el grado y recuperación del cobre total.
- Es necesario probar otras combinaciones de reactivos xantato, ditiofosfato, y tionocarbamato para evaluar una mejor recuperación en la etapa rougher bulk de cobre y molibdeno.
- A nivel piloto es recomendable continuar con las pruebas de separación de concentrados de molibdeno y cobre empleando un mayor volumen de concentrado bulk y evaluar con más detalle si es viable económicamente, advirtiendo que la valorización del concentrado como bulk difiere del valor como concentrado de cobre en alrededor de 110000 US\$.
- Si consideramos el valor económico del concentrado bulk como producto final sin considerar la separación de concentrados de cobre y molibdeno, se estaría obteniendo una rentabilidad de 325,11 US\$ millones a un año y 3 meses de proceso con lo cual se estaría recuperando la inversión inicial de los 300 US\$ millones.

BIBLIOGRAFIA

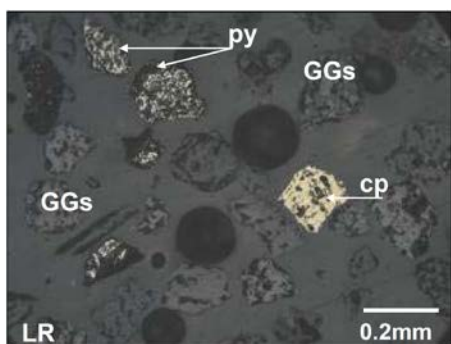
- UNDAC, II Symposium de Ingeniería Metalúrgica. P 89 – 99. Editorial Grafisa.
- OSCAR MEDINA. Tecnología de la Flotación. P 49 – 60.
- S.V. DUDENKOV. Practica de empleo reactivo de flotación. P 252 – 259. Editorial MIR - Moscú.
- WILLS, Tecnología del procesamiento de minerales. P 350 – 354. Editorial Limusa S.A - México.
- PORTAL MINERO, Manual general de minería y metalurgia. P 139 -150. Editorial portal minero – Chile.
- JOSE MANZANEDA, Procesamiento de minerales. P 201 – 225.
- A. F. TAGGART, Elementos de preparación de minerales. P 357 – 368. Editorial Ínter ciencia.
- IVAN QUIROZ, Operaciones unitarias en procesamiento de minerales. P 205 – 226.
- A. J. LYNCH, Circuitos de trituración y molienda de minerales. P 15 – 24. Editorial Rocas y minerales.

- H. BUENO BULLON, Procesamiento de minerales. P 120 - 143.
- ESTUDIOS MINEROS DEL PERU SAC, Manual de minería. P 29 – 44.
- D. L. PORRAS CASTILLO, Procesamiento de minerales. P 75 – 105.
- XX CONVENCION DE INGENIEROS DE MINAS, La importancia de la minería en el Perú. P 30 – 41. Editorial Ausonia.
- E. G. KELLY, SPOTTISWOOD D. J. Introducción al procesamiento de minerales. P - . Editorial John Wiley.
- V. ASTUCURI, Introducción a la flotación de minerales. P 128 – 155.
- A. SUTULOV, Flotación de minerales. P 147 – 161.
- BENIGNO RAMOS, Ingeniería metalúrgica, P 21 – 24. Editorial Mimbela.
- U. N. DEL CENTRO DEL PERU. Cálculos metalúrgicos en plantas concentradoras, P 16 – 21. Editorial MC
- CYANAMID, Manual de productos químicos para minería. P 80 – 95.
- F. C. BOND, Crushing and grinding calculations. P 5 – 8. Allis-Chalmers

ANEXOS

ANEXO I.- Análisis mineralógico del mineral de cabeza

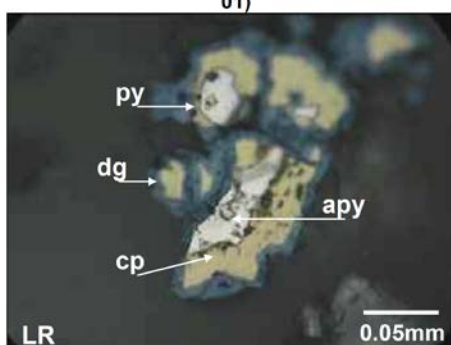
Muestra malla +100



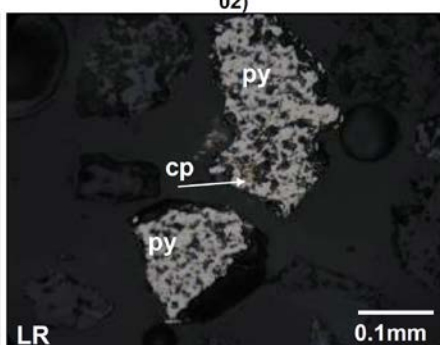
01)



02)



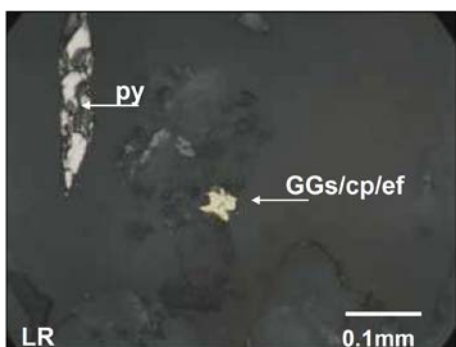
03)



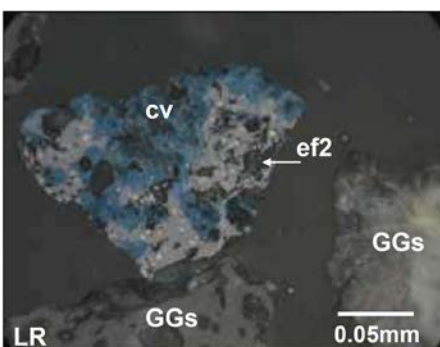
04)

(01) Granos libres de GGs, py y cpy. (02) Granos de py se encuentran como inclusión en la GG; (03) Inclusión de py en la apy y asociado a la cp y dg; (04) Granos mixtos de py/cp.

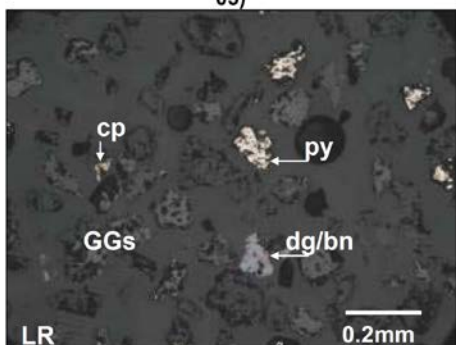
Muestra malla +200



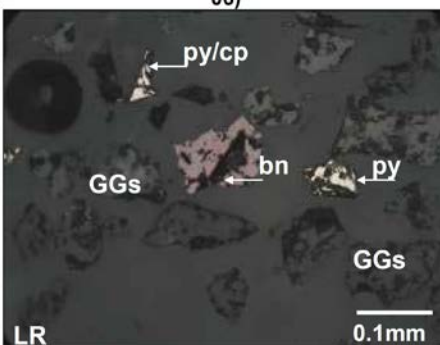
05)



06)



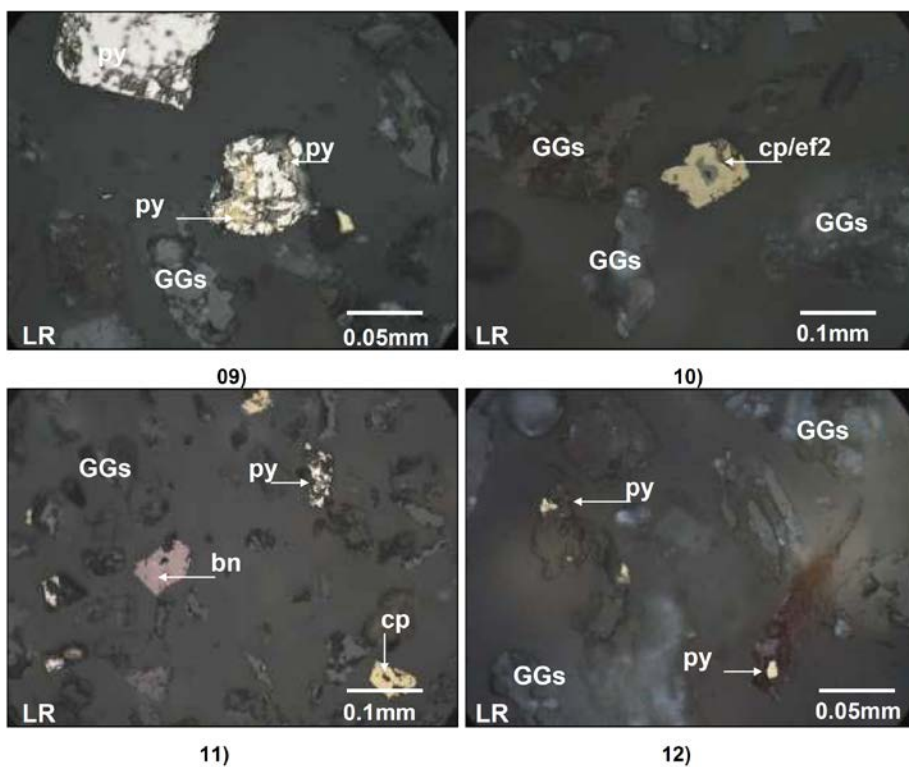
07)



08)

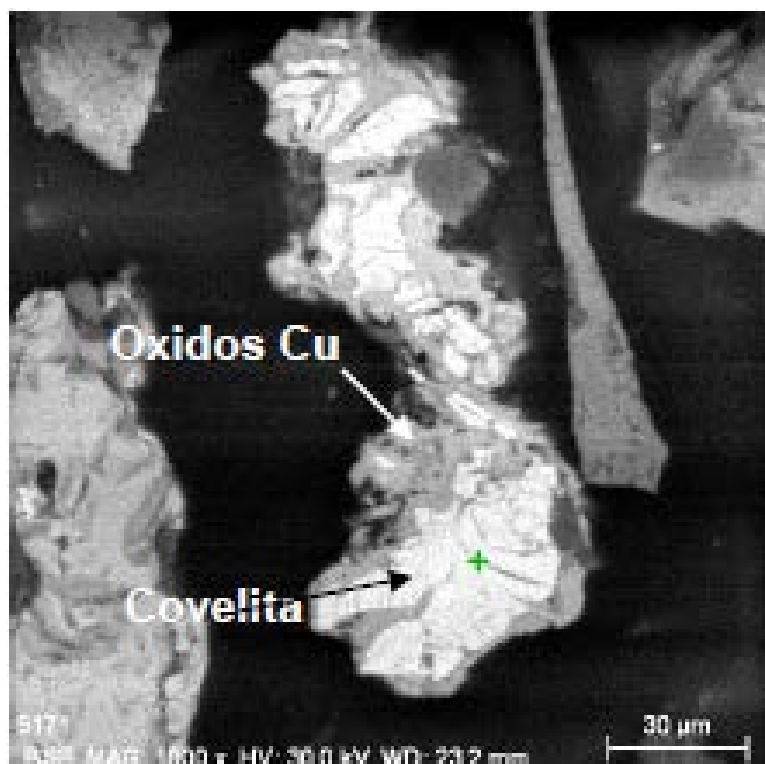
(05) Granos libres de py. Grano mixto de GGs/cp/ef. (06) Granos libres de GGs. Granos mixtos de ef2/cv. (07) Granos libres de py, cp y GGs. Granos mixtos de dg/bn; (08) Granos libres de bn, py y GGs. Granos mixtos de py/cp.

Muestra malla +325



(09) Granos libres de py y GGs. Granos libres de py;
 (10) Granos libres de GGs y granos mixtos de cp/ef2;
 (11) Granos libres de py, bn, cp y GGs;
 (12) Granos libres de GGs. Granos mixtos de GGs/py.

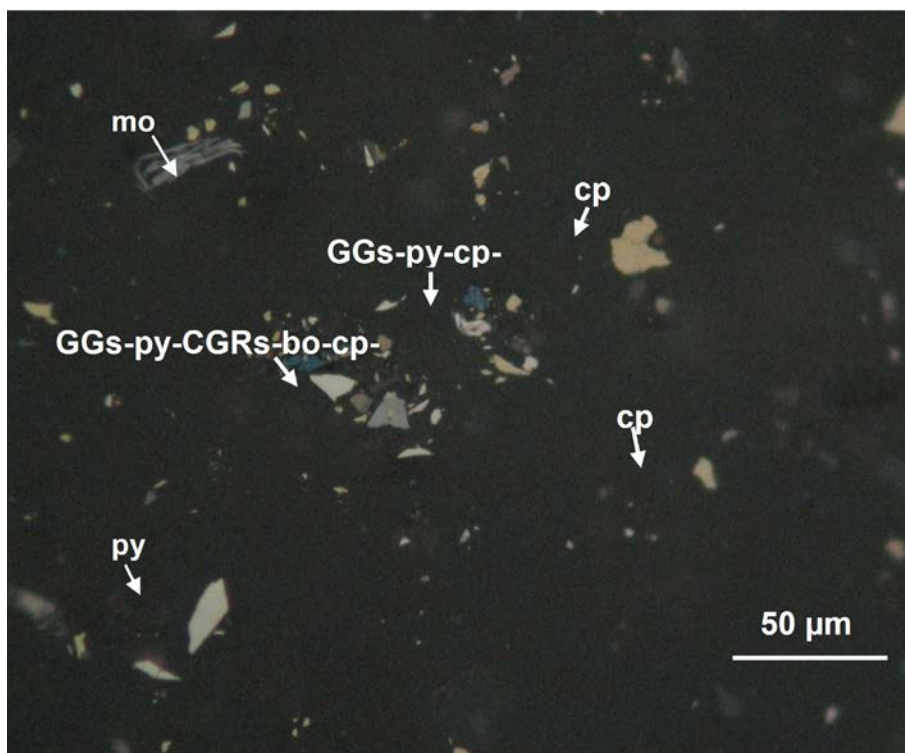
Grano mixto a +200m



La figura presenta un grano mixto de covelita rodeada de óxidos de cobre y posiblemente carbonatos de cobre obtenida por microscopia electrónica de barrido a 200 mallas.

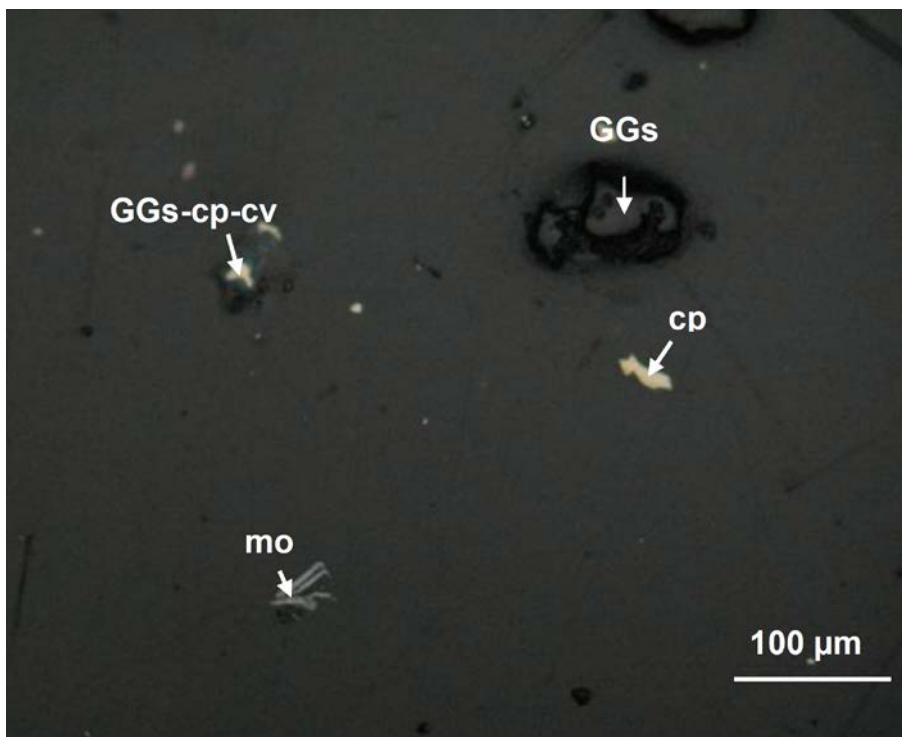
ANEXO II.- Análisis mineralógico del concentrado

Muestra malla +100



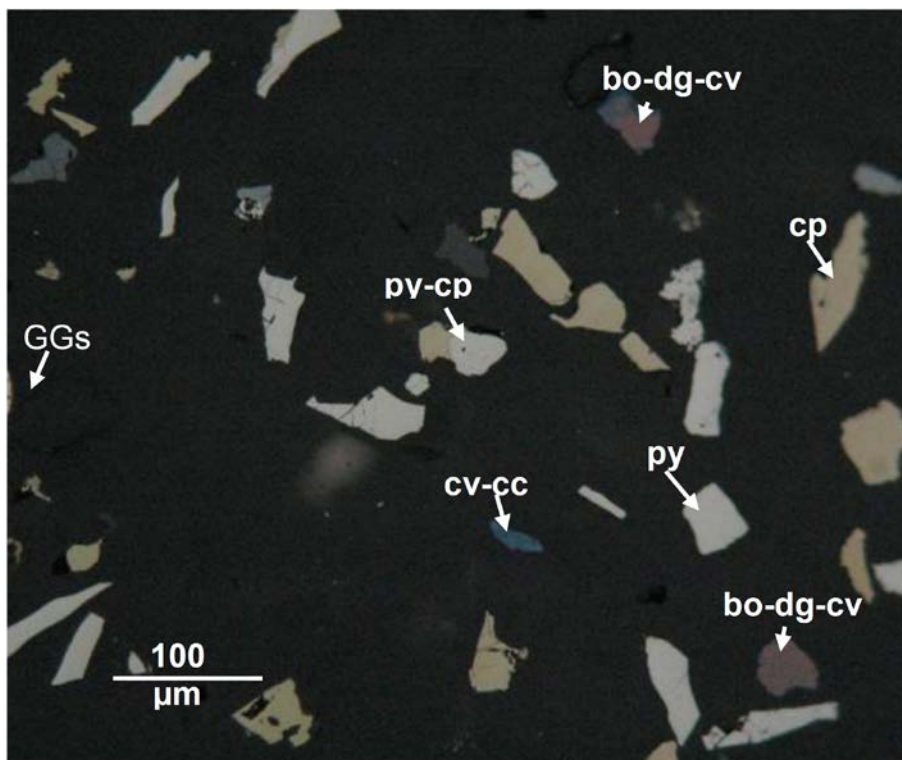
Granos libres de molibdenita (mo), calcopirita (cp) y pirita (py) así como minerales asociados de gangas con pirita, cobre gris, bornita, calcopirita, covelita (GGs-py-CGRs-bo-cp-cv) y de gangas con pirita, calcopirita y covelita (GGs-py-cp-cv).

Muestra malla +200



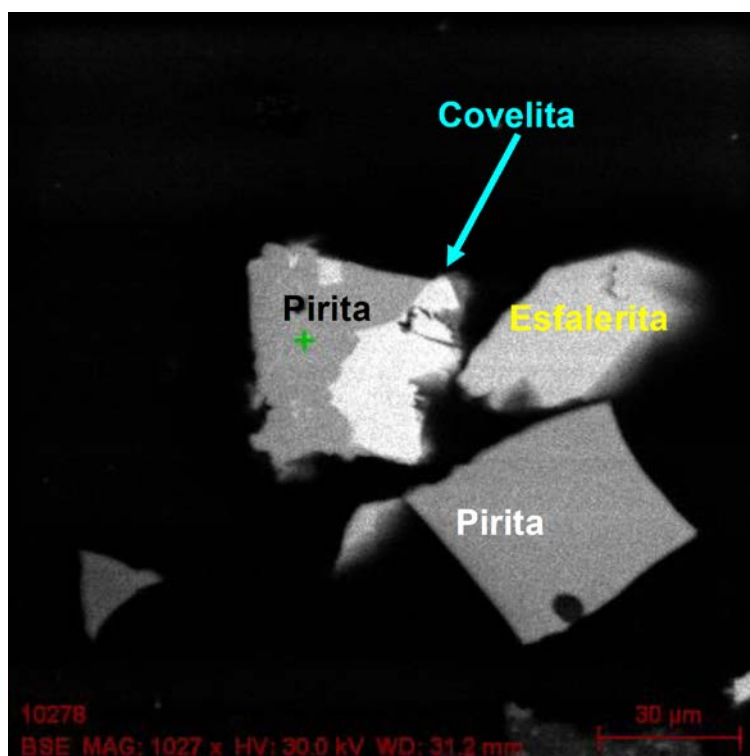
Se observan granos libres de molibdenita (mo), calcopirita (cp) y gangas (GGs) y grano mixto de gangas con calcopirita y covelita (GGs-cp-cv).

Muestra malla +325



Ocurren granos libres de pirita (py), calcopirita (cp) y gangas (GGs). Entre los minerales asociados se encuentran covelita y calcocita (cv-cc), pirita y calcopirita (py-cp) así como bornita con digenita y covelita (bo-dg-cv).

Grano mixto a +325m.



La figura muestra un grano mixto de pirita/covelita obtenida por microscopia electrónica de barrido junto a partículas libres de pirita y esfalerita.

ANEXO III.- Pruebas del primer grupo

Pruebas del 1 Al 10

TEST PRUEBA 1

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)						pH	t (min)
	A404	oreprep	Z-6	A3894	A242	cal		
Molienda	32,0					1500		12,0
Ac. Rougher I			50,0	35,1	33,0	542	10,5	6,0
Rougher I							10,5	3,0
Ac. Rougher II			60,0	35,1	33,0	409	10,5	4,0
Rougher II							10,5	6,0
TOTAL	32,0	0,0	110,0	70,2	66,0	2451		31,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	91,80	9,25	2,803		32,3	0,059	2,573		29,65	0,054	40,21		41,09	28,72
Medios	101,80	10,26	2,149				2,188				34,19			
Conc. Rougher	193,60	19,51	2,459				4,761				74,40			
Relave	798,90	80,49	0,205	0,134			1,638	1,071			25,60	52,11		
Cab. Calc.	992,50	100,00	0,645				6,399				100,0			
Cab. Ens.			0,677	0,207	7,27	0,019	6,719	2,054	72,155	0,189	100,0	100,0	100,0	

Molienda	P(80)
flotación rougher	micras
55% - 200 mallas	150

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80)
	micras

Comentarios:

- La espuma en todas las etapas se observo cargadas, fluidas y estables.
- Se inicia la evaluación para determinar el grado de molienda optimo

TEST PRUEBA 2

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)						pH	t (min)
	A404	oreprep	Z-6	A3894	A242	cal		
Molienda	32,0					1500,0		15,0
Acond. Ro I			50,0	35,1	33,0	525,0	10,5	6,0
Rougher I							10,5	3,0
Acond. Ro II		18,0	50,0	35,1	33,0	318,0	10,5	4,0
Rougher II							10,5	7,0
TOTAL	32,0	18,0	100,0	70,2	66,0	2343,0		35,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	125,20	12,40	2,910		37,46	0,071	3,643		46,90	0,089	56,22		63,91	46,35
Medios	78,00	7,73	1,622				1,265				19,52			
Conc. Rougher	203,20	20,13	2,416				4,908				75,74			
Relave	806,20	79,87	0,195	0,113			1,572	0,911			24,26	43,60		
Cab. Calc.	1009,4	100,00	0,642				6,481				100,0	100,0	100,0	100,0
Cab. Ens.			0,677	0,207	7,27	0,019	6,834	2,089	73,383	0,192				

Molienda	P(80)
flotación rougher	micras
60% - 200 mallas	125

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80)
	micras

comentarios.-

La flotación similar al anterior, la diferencia es el grado de molienda.

TEST PRUEBA 3

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)						pH	t (min)
	A404	Oreprep	Z-6	A3894	A242	cal		
Molienda	32,0					1500,0		19,0
Acond. Ro I			50,0	35,1	33,0	802,0	10,5	6,0
Rougher I							10,5	3,0
Acond. Ro II			60,0	35,1	33,0	358,0	10,5	4,0
Rougher II							10,5	6,0
TOTAL	32,0	0,0	110,0	70,2	66,0	2660,0		38,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	152,70	15,49	2,636		31,61	0,065	4,025		48,27	0,099	65,52		67,36	53,00
Medios	101,00	10,25	0,938				0,947				15,42			
Conc. Rougher	253,70	25,74	1,960				4,973				80,94			
Relave	732,00	74,26	0,16	0,107			1,171	0,783			19,06	38,39		
Cab. Calc.	985,7	100,00	0,623				6,144				100,0	100,0	100,0	100,0
Cab. Ens.			0,677	0,207	7,27	0,019	6,673	2,040	71,66	0,1873				

Molienda flotación rougher	P(80) micras
65% - 200 mallas	110

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80) micras

comentarios.-

- Primera prueba para pH y la tercera para grado de molienda.
- la flotación igual al anterior.

TEST PRUEBA 4

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)						pH	t (min)
	A404	oreprep	Z-6	A3894	A242	cal		
Molienda	32,0							19,0
Acond. Ro I			50,0	35,0	33,0		7,0	6,0
Rougher I							7,0	3,0
Acond. Ro II			60,0	35,1	33,0		7,4	4,0
Rougher II							7,6	6,0
TOTAL	32,0	0,0	110,0	70,1	66,0	0,0		38,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	23,30	2,32	3,932		12,56	0,135	0,916		2,926	0,031	13,81		4,01	16,47
Medios	105,60	10,51	2,96				3,126				47,11			
Conc. Rougher	128,90	12,83	3,136				4,042				60,92			
Relave	876,10	87,17	0,296	0,131			2,593	1,148			39,08	55,17		
Cab. Calc.	1005,0	100,00	0,660				6,635				100,0	100,0	100,0	100,0
Cab. Ens.			0,677	0,207	7,27	0,019	6,804	2,080	73,064	0,191				

Molienda flotación rougher	P(80) micras
65% - 200 mallas	110

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80) micras

Comentarios .-

- Se trabaja sin adición de cal.
- Espumas débiles y descargadas en la rougher, en la scavenger la espuma continua descargada y poco fluida.
- Segunda prueba para pH.

TEST PRUEBA 5

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)						pH	t (min)
	A404	oreprep	Z-6	A3894	A242	cal		
Molienda	32,0					1500,0		19,0
Acond. Ro I			50,0	35,0		520,0	9,4	6,0
Rougher I							9,4	3,0
Acond. Ro II			60,0	35,1	33,0	212,0	9,4	4,0
Rougher II							9,4	6,0
TOTAL	32,0	0,0	110,0	70,1	66,0	2232,0		38,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	86,00	8,44	3,359		32,38	0,099	2,889		27,85	0,085	41,56		37,60	43,99
Medios	108,50	10,65	1,496				1,623			0,000	23,35			
Conc. Rougher	194,50	19,09	2,320				4,512			0,085	64,91			
Relave	824,10	80,91	0,296	0,132			2,439	1,088		0,000	35,09	51,59		
Cab. Calc.	1018,6	100,00	0,682				6,951			0,085	100,0	100,0	100,0	100,0
Cab. Ens.			0,677	0,207	7,27	0,019	6,896	2,109	74,052	0,194				

Molienda	P(80)
flotación rougher	micras
65% - 200 mallas	110

Grado de remolienda en la	P(80)
flotación cleaner scv	micras

Comentarios .-

- Se adiciona cal solo al molino, el etapa rougher se observa espumas débiles poco consistentes y descargadas, en la scavenger se acentúa lo anterior.
- Tercera prueba para pH.

TEST PRUEBA 6

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)						pH	t (min)
	A404	oreprep	Z-6	A3894	A242	cal		
Molienda	32,0					1500,0		23,0
Acond. Ro I			50,0	35,0	33,0	316,0	10,5	6,0
Rougher I							10,5	3,0
Acond. Ro II			60,0	34,7	33,0	118,0	10,5	4,0
Rougher II							10,5	6,0
TOTAL	32,0	0,0	110,0	69,7	66,0	1934,0		42,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	179,80	18,32	2,609		28,88	0,072	4,691		51,93	0,129	71,70		72,78	69,43
Conc. Rougher	179,80	18,32	2,609				4,691			0,129	71,70			
Relave	801,60	81,68	0,231	0,126			1,852	1,010			28,30	49,72		0,00
Cab. Calc.	981,4	100,00	0,667				6,543			0,129	100,0	100,0	100,0	100,0
Cab. Ens.			0,677	0,207	7,27	0,019	6,644	2,031	71,348	0,186				

Molienda flotación rougher	P(80)
	micras
70% - 200 mallas	90

Grado de remolienda en la	P(80)
flotación cleaner scv	micras

Comentarios .-

- ultima prueba para determinar el grado de molienda.
- Flotación similar al test 5.

TEST PRUEBA 7

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)					pH	t (min)
	A404	SPRI 1018	IMP 222	MP 700	cal		
Molienda	32,0	15,0			1500		23,0
Acond. Ro I			60,0	30,0	216,0	10,4	6,0
Rougher I						10,4	3,0
Acond. Ro II			60,0	30,0		10,2	4,0
Rougher II						10,0	6,0
TOTAL	32,0	15,0	120,0	60,0	1716		42,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	97,70	9,92	3,723		38,98	0,094	3,637		38,08	0,092	57,72		53,21	49,10
Medios	61,90	6,29	1,572				0,973				15,44			
Conc. Rougher	159,60	16,21	2,889				4,610				73,16			
Relave	824,90	83,79	0,205	0,138			1,691	1,138			26,84	55,86		
Cab. Calc.	984,5	100,00	0,640				6,301				100,0	100,0	100,0	100,0
Cab. Ens.			0,677	0,207	7,27	0,019	6,665	2,038	71,573	0,187				

Molienda	P(80)
flotación rougher	micras
70% - 200 mallas	90

Grado de remolienda	P(80)
en la flotación cleaner	micras

Comentarios.-

- se cambia los reactivos y las dosificaciones
- en Rougher se observa una espuma cargada ,compacta y constantes
- En la scavenger se observa una espuma estable cargada ,ligeramente agotadas .

TEST PRUEBA 8

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)						pH	t (min)
	A- 404	SPRI 1018	MT 506	ARG 431	MIBC	cal		
Molienda	32,0	6,0					1500,0	23,0
Acond. Ro I			60,0	30,0	9,0	226,0	10,7	8,0
Rougher I								3,0
Acond. Ro II			60,0	30,0			10,7	4,0
Rougher II							9,8	6,0
TOTAL	32,0	6,0	120,0	60,0	9,0	1726,0		44,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	75,00	7,49	4,576		38,23	0,11	3,432		28,67	0,083	55,64		39,40	43,38
Medios	76,40	7,63	1,379				1,054				17,08			
Conc. Rougher	151,40	15,12	2,963				4,486				72,73			
Relave	849,60	84,88	0,198	0,133			1,682	1,130			27,27	54,53		
Cab. Calc.	1001,0	100,00	0,616				6,168				100,0	100,0	100,0	100,0
Cab. Ens.			0,677	0,207	7,27	0,019	6,7768	2,0721	72,773	0,190				

Molienda flotación rougher	P(80)
70% - 200 mallas	90

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80)
	micras

Comentarios .-

- Se observa en la Rougher una espumacion estable y cargadas
- En la scavenger se observa la espuma ligeramente fragil, se adiciona 9 gr/tn de MIBC mejorando la espumación y arrastrando insolubles.

TEST PRUEBA 9

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)						pH	t (min)
	A404	SPRI 1018	MT 506	Z-6	MIBC	cal		
Molienda	48,0	6,0	39,0			1500,0		23,0
Acond. Ro I			0,0	25,0	27,0	373,0	10,9	6,0
Rougher I							10,9	3,0
Acond. Ro II			26,0	40,0			10,6	4,0
Rougher II							10,5	6,0
TOTAL	48,0	6,0	65,0	65,0	27,0	1873,0		42,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	107,20	10,50	3,781		37,49	0,104	4,053		40,19	0,111	62,70		54,12	57,45
Medios	46,20	4,52	1,63				0,753				11,65			
Conc. Rougher	153,40	15,02	3,133				4,806				74,35			
Relave	868,00	84,98	0,191	0,129			1,658	1,120			25,65	52,96		
Cab. Calc.	1021,4	100,00	0,633				6,464				100,0	100,0	100,0	100,0
Cab. Ens.			0,677	0,207	7,27	0,019	6,9149	2,1143	74,256	0,1941				

Molienda flotación rougher	P(80) micras
70% - 200 mallas	90

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80) micras

Comentarios .-

- Flotación rougher con espumacion muy fluida, se uso 27 gr/tn debió ser 18 gr/tn, al igual que en las pruebas anteriores la espuma se agoto antes de los 3 minutos.
- En la scavenger espuma ligeramente fragil.

TEST PRUEBA 10

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)						pH	t (min)
	A404	SPRI 1018	AR 3322	Z-6	MIBC	cal		
Molienda	48,0	6,0				1500,0		23,0
Acond. Ro I			36,0	25,0	9,0	250,0	10,5	8,0
Rougher I							10,5	3,0
Acond. Ro II			27,0	40,0			10,4	4,0
Rougher II							9,8	6,0
TOTAL	48,0	6,0	63,0	65,0	9,0	1750,0		44,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	105,90	10,50	3,611		35,07	0,096	3,824		37,14	0,102	58,59		50,66	53,07
Medios	59,00	5,85	1,478				0,872				13,36			
Conc. Rougher	164,90	16,35	2,848				4,696				71,96			
Relave	843,40	83,65	0,217	0,137			1,830	1,155			28,04	55,36		
Cab. Calc.	1008,3	100,00	0,647				6,526				100,0			
Cab. Ens.			0,677	0,207	7,27	0,019	6,826	2,087	73,303	0,192			100,0	100,0

Molienda flotación rougher	P(80) micras
70% - 200 mallas	90

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80) micras

Comentarios .-

- Espuma estable, fluida y cargada al adicionar 9 gr/tn de MIBC se mejora la espuma agotándose antes de los 3 minutos.
- En la scavenger la espuma es ligeramente fragil y se agota rápidamente.

TEST PRUEBA 11

ETAPA	Reactivos adicionados (g/t)							pH	t (min)
	A404	SPRI 1018	MT 506	AR 3322	Z-6	MIBC	cal		
Molienda		18,0	52,0				1500		23,0
Acond. Ro I					30,0	18,0	327	10,5	6,0
Rougher I								10,5	3,0
Acond. Ro II			26,0		30,0	9,0	88	10,5	4,0
Rougher II								10,5	6,0
Remolienda			13,0				300		10,0
Acond SCV CL I						9,0	162	11,9	3,0
Acond CL I							72	11,8	3,0
Acond CL II							50	12,1	
TOTAL	0,0	18,0	91,0	0,0	60,0	36,0	2499,0		58,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	24,70	2,43	9,496		34,84	0,084	2,346		8,605	0,021	32,25		11,63	11,88
Medios II	45,50	4,47	4,569			0,099	2,079			0,045	28,58			25,79
Medios I	121,90	11,98	1,206			0,069	1,470			0,084	20,21			48,15
Conc. Rougher	192,10	18,88	3,068			0,078	5,895			0,150	81,05			85,82
Relave	825,50	81,12	0,167	0,116		0,003	1,379	0,958		0,025	18,95	45,46		14,18
Cab. Calc.	1017,60	100,00	0,715			0,017	7,273			0,175	100,0			100,0
Cab. Ens.				0,677	0,207	7,270	0,019	6,889	2,106	73,98	0,193		100,0	100,0

Molienda flotación rougher	P(80) micras
70% - 200 mallas	90

Grado de remolienda en la flotación cleaner	P(80) micras

Comentarios .-

- Espuma estable, fluida y cargada al adicionar 18 gr/tn de MIBC se mejora la espuma agotándose antes de los 3 minutos.
- En la scavenger la espuma es ligeramente fragil y se agota rápidamente.
- SCV CL I se trabaja con pH 11.94 se adiciona MIBC 9gr/tn se, espuma estable cargada y fluida

TEST PRUEBA 12

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)							pH	t (min)
	A404	Spri 1018	MT 506	AR 3322	Z-6	MIBC	cal		
Molienda	32,0	18,0	52,0				1500		23,0
Acond. Ro I					30,0	9,0	167	10,5	6,0
Rougher I								10,5	3,0
Acond. Ro II			26,0		30,0		371	10,7	4,0
Rougher II								10,5	6,0
Remolienda			13,0				300		10,0
Cleaner I						9,0	108	11,9	3,0
Cleaner II							45	12,1	3,0
TOTAL	32,0	18,0	91,0	0,0	60,0	18,0	2491		55,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	11,20	1,10	12,37		36,08	0,039	1,385		4,041	0,004	21,55		5,47	2,36
Medios II	23,50	2,31	5,086			0,063	1,195			0,015	18,59			8,00
Medios I	133,80	13,17	1,571			0,086	2,102			0,115	32,70			62,18
Conc. Rougher	168,50	16,59	2,779			0,080	4,683			0,134	72,85			72,54
Relave	847,10	83,41	0,206	0,127		0,006	1,745	1,08		0,051	27,15	51,17		27,46
Cab. Calc.	1015,60	100,00	0,633			0,018	6,428			0,185	100,0			100,0
Cab. Ens.				0,677	0,207	7,27	0,019	6,876	2,10	73,83	0,193		100,0	100,0

Molienda flotación rougher	P(80) micras
70% - 200 mallas	90

Grado de remolienda en la flotación cleaner	P(80) micras

Comentarios .-

- Espuma estable, fluida y cargada al adicionar 9 gr/tn de MIBC .
- En la scavenger la espuma es ligeramente fragil y se agota rápidamente.
- En Cleaner I se trabaja con pH 11.94 se adiciona MIBC 9gr/tn se, espuma estable cargada y fluida

TEST PRUEBA 13

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)								pH	t min.
	A404	Bisulf.	SPRI 1018	MT 506	Na2S	Z-6	MIBC	cal		
Molienda	32,0	300,0	18,0	52,0	200,0			1500		23,0
Acond. Ro I						30,0	18,0	166	10,5	6,0
Rougher I									10,5	3,0
Acond. Ro II				26,0	200,0	30,0		119	10,7	4,0
Rougher II									10,5	6,0
Remolienda		150,0		13,0	50,0			300		10,0
Acond CL I							13,5	269	12,1	3,0
Acond CL II								151	12,0	3,0
Acond CL III								76	12,5	
TOTAL	32,0	450,0	18,0	91,0	450,0	60,0	31,5	2581		55,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes %				Contenido Metalico				% Distribucion				
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	
Conc. Cu	7,75	0,76	22,62		32,1	0,040	1,753		2,488	0,003	32,51		3,37	1,82	
Medios III	5,90	0,58	11,6			0,134	0,684			0,008	12,69			4,65	
Medios II	12,20	1,20	3,613			0,215	0,441			0,026	8,17			15,41	
Medios I	102,65	10,12	1,189			0,095	1,221			0,098	22,64			57,30	
Conc. Rougher	128,50	12,67	3,190			0,105	4,099			0,135	76,02			79,18	
Relave	885,75	87,33	0,146	0,077		0,004	1,293	0,682		0,035	23,98	32,49		20,82	
Cab. Calc.	1014,25	100,00	0,532			0,017	5,392			0,170	100,0			100,0	
Cab. Ens.				0,677	0,207	7,27	0,019	6,866	2,099	73,74	0,193		100,0	100,0	

Molienda	P(80)
flotación rougher	micras
70% - 200 mallas	90

Grado de remolienda	P(80)
en la flotación cleaner	micras

Comentarios .-

- Espuma estable, fluida y cargada al adicionar 9 gr/tn de MIBC, en la etapa rougher
- En la scavenger la espuma es ligeramente fragil y se agota rápidamente.
- Cleaner I se trabaja con pH 11.94 se adiciona MIBC 9gr/tn se, espuma estable cargada y fluida
- La adición de Na2S es con la finalidad de sulfurizar los óxidos de cobre.

TEST PRUEBA 14

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)								pH	t min
	A404	Bisulf.	SPRI 1018	MT 506	Na2S	Z-6	MIBC	cal		
Molienda	32,0		18,0	52,0	200,0			1500		23,0
Acond. Ro I						30,0	18,0	119	10,5	6,0
Rougher I									10,5	3,0
Acond. Ro II				13,0	200,0	30,0	18,0	155	10,6	3,0
Rougher II									10,6	3,0
Remolienda				6,5	50,0			300		10,0
Cleaner I							18,0	142	12,0	3,0
Cleaner II								145	12,2	3,0
Cleaner III								98	12,5	3,0
TOTAL	32,0	0,0	18,0	71,5	450,0	60,0	54,0	2216		51,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes %				Contenidos				% Distribucion				
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	
Conc. Cu	9,25	0,91	22,74		32,05	0,026	2,103		2,96	0,002	32,87		4,03	1,62	
Medios III	8,30	0,82	11,8			0,057	0,979			0,005	15,30			3,18	
Medios II	10,55	1,04	5,174			0,11	0,546			0,012	8,53			7,80	
Medios I	90,50	8,94	1,512			0,114	1,368			0,103	21,38			69,37	
Conc. Rougher	118,60	11,72	4,213			0,103	4,997			0,122	78,08			81,98	
Relave	893,45	88,28	0,157	0,089		0,003	1,403	0,795		0,027	21,92	37,96		18,02	
Cab. Calc.	1012,05	100,00	0,632			0,015	6,400			0,149	100,0			100,0	
Cab. Ens.				0,677	0,207	7,27	0,019	6,852	2,095	73,58	0,192		100,0	100,0	

Molienda	P(80)
flotación rougher	micras
70% - 200 mallas	90

Grado de remolienda	P(80)
en la flotación cleaner	micras

Comentarios .-

- Espuma estable, fluida y cargada al adicionar 9 gr/tn de MIBC .
- En la scavenger la espuma es ligeramente fragil y se agota rápidamente.
- Cleaner I se trabaja con pH 11.94 se adiciona MIBC 9gr/tn se, espuma estable cargada y fluida

TEST PRUEBA 15

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/t)							pH	t (min)
	A404	SPRI 1018	MT 506	Na2S	Z-6	MIBC	cal		
Molienda			39,0				1500		23,0
Acond. Ro I					20,0	27,0	450	10,5	6,0
Flot. Rougher I								10,5	3,0
Acond. Ro II			26,0	500,0	40,0	18,0	140	10,5	4,0
Flot. Rougher II									6,0
Remolienda			13,0	100,0			500		20,0
Acond CL I						9,0	2140	12,0	3,0
Flot. Cleaner I								12,0	3,0
Flot. Cleaner II							1458	12,0	3,0
TOTAL	0,0	0,0	78,0	600,0	60,0	54,0	6188,0		71,0

BALANCE METALURGICO

Productos	Peso (g)	% Peso	Leyes, %				Contenidos				% Distribucion			
			Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo	Cu	CuOx	Fe	Mo
Conc. Cu	16,20	1,61	19,63		29,42	0,110	3,180		4,766	0,018	48,86		6,53	9,57
Medios II	31,60	3,15	3,32			0,108	1,049			0,034	16,12			18,34
Medios I	141,10	14,06	0,79			0,072	1,115			0,102	17,13			54,59
Conc. Rougher	188,90	18,83	2,829			0,081	5,344			0,154	82,11			82,50
Relave	814,40	81,172	0,143	0,10		0,004	1,165	0,814		0,033	17,89	39,21		17,50
Cab. Calc.	1003,30	100,00	0,649			0,019	6,508			0,186	100,0			100,0
Cab. Ens.			0,677	0,207	7,27	0,019	6,792	2,077	72,940	0,191		100,0	100,0	

Molienda flotación rougher	P(80) micras
70% - 200 mallas	90

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80) micras

Comentarios

- Espuma estable, fluida y cargada al adicionar 9 gr/tn de MIBC, en la etapa rougher
- En la segunda rougher la espuma es ligeramente fragil y se agota rápidamente.
- CL I.- se trabaja con ph 11.94 se adiciona MIBC 9gr/tn se, espuma estable cargada y fluida
- La adición de Na2S es con la finalidad de sulfurizar los óxidos de cobre.

CINETICAS DE FLOTACION: PRUEBAS 16 Y 17

TEST PRUEBA 16

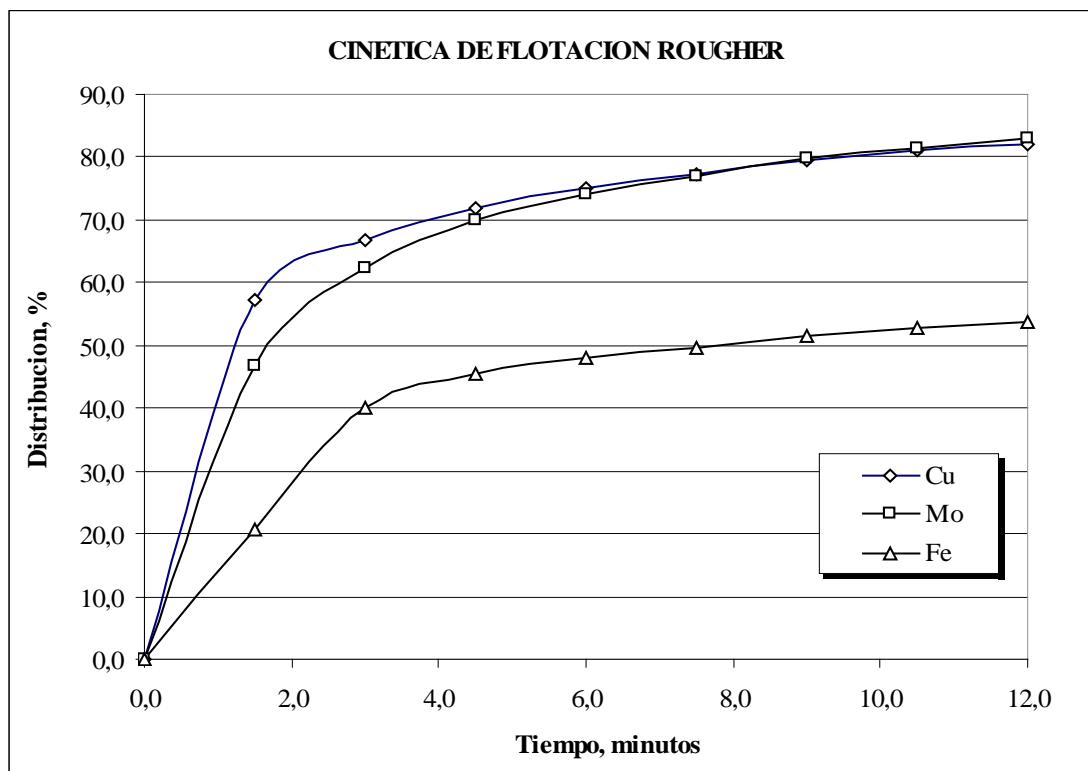
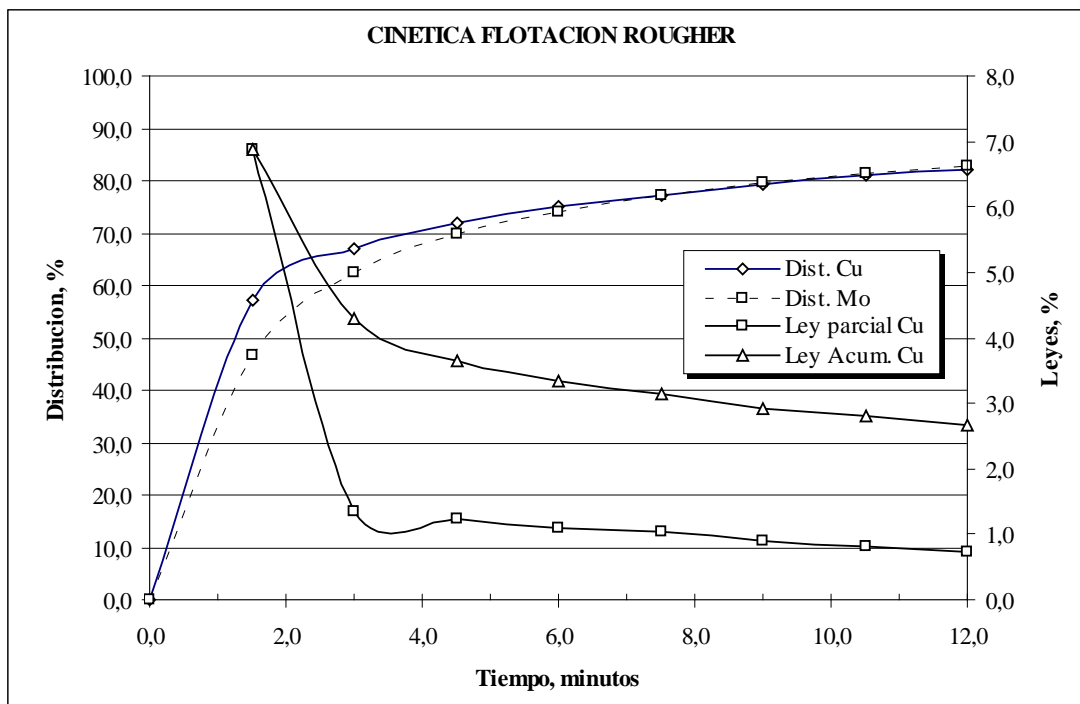
ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)					pH	Tiempo minutos
	SPRI-1018	Z-6	MT-3680	MIBC	cal		
Molienda	18,0			60,8		1500	23,0
ACOND.		50,0				432	6,0
FLOT. ROUGHER I							4,5
FLOT. ROUGHER II		15,0	30,4				7,5
TOTAL	18,0	65,0		18,0	1932,0		41,0

BALANCE METALURGICO

Tiempo minutos	Peso, g		% Peso	Leyes %					% Distribucion						
	Parcial	Acum.		Cu	Cu acum.	Mo	Mo acum.	Fe	Fe acum.	Cu	Cu acum.	Mo	Mo acum.	Fe	Fe acum.
0,0										0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,5	54,40	54,40	5,54	6,871	6,871	0,157	0,157	38,18	38,180	57,20	57,20	46,77	46,77	20,67	20,67
3,0	47,20	101,60	4,81	1,342	4,302	0,060	0,112	41,39	39,671	9,69	66,89	15,51	62,28	19,44	40,12
4,5	26,80	128,40	2,73	1,229	3,661	0,052	0,099	19,57	35,476	5,04	71,93	7,63	69,91	5,22	45,34
6,0	19,20	147,60	1,96	1,092	3,327	0,039	0,092	14,27	32,717	3,21	75,14	4,10	74,01	2,73	48,06
7,5	13,10	160,70	1,33	1,033	3,140	0,043	0,088	12,460	31,066	2,07	77,21	3,08	77,10	1,62	49,69
9,0	16,30	177,00	1,66	0,890	2,933	0,029	0,082	11,420	29,257	2,22	79,43	2,59	79,69	1,85	51,54
10,5	12,40	189,40	1,26	0,805	2,793	0,025	0,078	9,965	27,994	1,53	80,96	1,70	81,39	1,23	52,77
12,0	11,00	200,40	1,12	0,733	2,680	0,025	0,076	9,224	26,963	1,23	82,19	1,51	82,89	1,01	53,78
Conc. rougher	200,40	200,40	20,42	2,680	2,680	0,076	0,076	26,963	26,963	82,19	82,19	82,89	82,89	53,78	53,78
Relave	781,00	781,00	79,58	0,149	0,149	0,004	0,004	5,946	5,946	17,81	17,81	17,11	17,11	46,22	46,22
CAB CALC	981,40	981,40	100,00	0,666	0,666	0,019	0,019	10,238	10,238	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
CAB. ENS.				0,677		0,019		7,27							

Molienda flotación rougher	P80 micras
70% - 200 mallas	90

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P80 micras



TEST PRUEBA 17

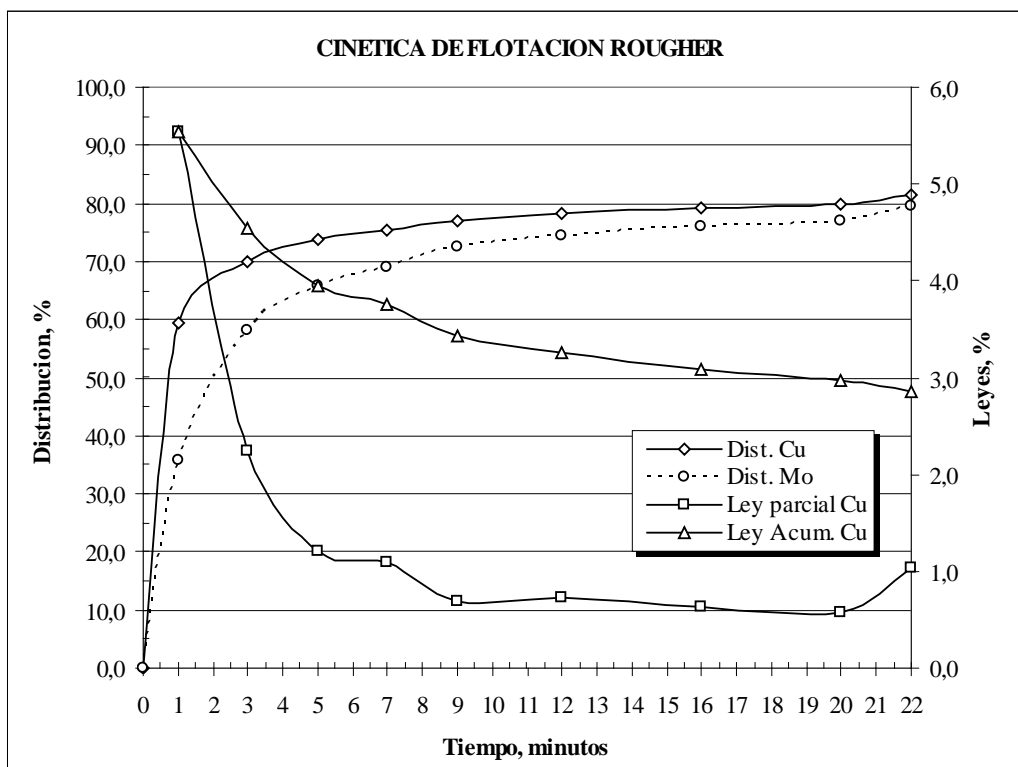
ETAPA	Reactivos adicionados, g/t							pH	t min.
	A404	SPRI 1018	Z-6	MT 506	MT 3680	MIBC	cal		
Molienda		6,0		13,0			1600		23,0
Acond.	32,0		15,0			18,0	675	10,7	5,0
Flot. Rougher								10,6	9,0
Flot. Scavenger			15,0	30,4	30,4		139	10,5	13,0
TOTAL	32,0	6,0	30,0	43,4	30,4	18,0	2414,0		50,0

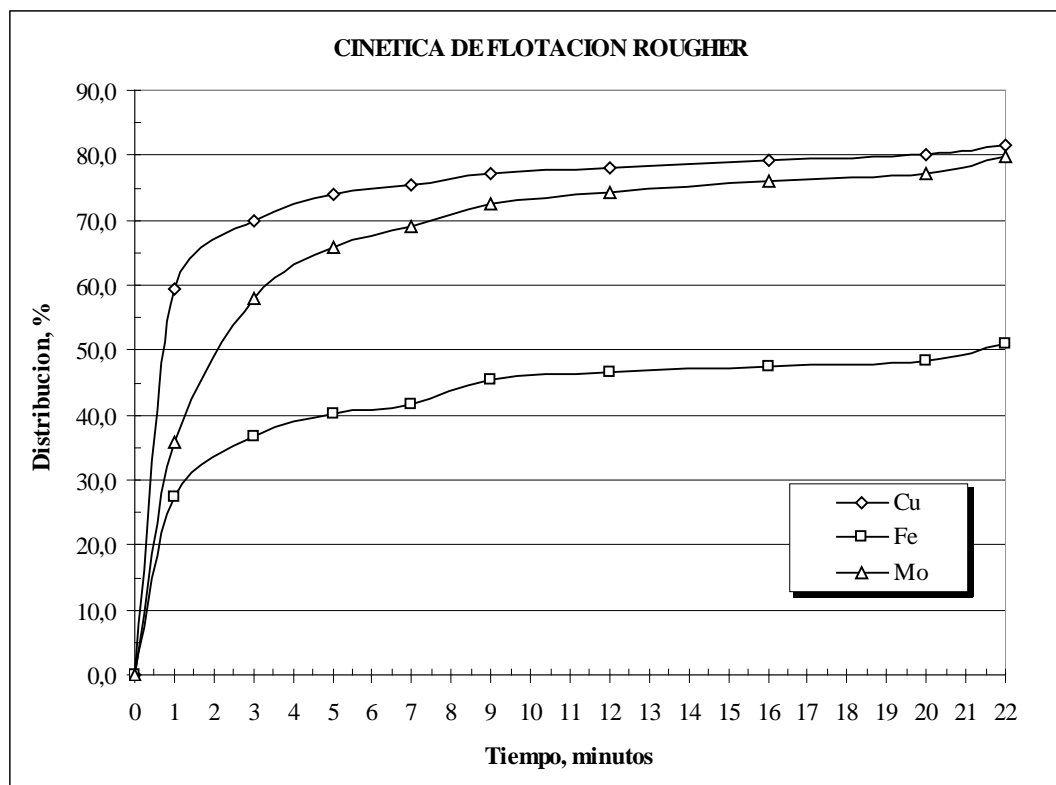
BALANCE METALURGICO

Tiempo minutos	Peso		% Peso	Leyes %					% Distribucion						
	Parcial	Acum.		Cu	Cu acum.	Fe	Fe acum.	Mo	Mo acum.	Cu	Cu acum.	Fe	Fe acum.	Mo	Mo acum.
0,0										0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,0	67,80	67,80	6,75	5,537	5,537	41,540	41,540	0,086	0,086	59,45	59,45	27,33	27,33	35,93	35,93
3,0	29,50	97,30	2,94	2,236	4,536	32,760	38,878	0,122	0,097	10,45	69,89	9,38	36,71	22,17	58,10
5,0	20,70	118,00	2,06	1,213	3,953	18,000	35,215	0,061	0,090	3,98	73,87	3,62	40,33	7,78	65,88
7,0	8,60	126,60	0,86	1,099	3,759	15,620	33,884	0,057	0,088	1,50	75,37	1,30	41,63	3,02	68,90
9,0	15,40	142,00	1,53	0,695	3,427	25,470	32,972	0,037	0,083	1,69	77,06	3,81	45,44	3,51	72,41
12,0	9,80	151,80	0,98	0,727	3,253	12,620	31,658	0,032	0,079	1,13	78,19	1,20	46,64	1,93	74,34
16,0	10,40	162,20	1,04	0,638	3,085	9,726	30,252	0,027	0,076	1,05	79,24	0,98	47,62	1,73	76,07
20,0	7,90	170,10	0,79	0,572	2,968	8,946	29,262	0,021	0,073	0,72	79,96	0,69	48,30	1,02	77,10
22,0	10,00	180,10	1,00	1,035	2,861	26,330	29,099	0,042	0,072	1,64	81,59	2,56	50,86	2,59	79,68
Conc. Rougher	180,10	180,10	17,93	2,861	2,861	29,10	29,1	0,072	0,072	81,59	81,59	50,86	50,86	79,68	79,68
Relave	824,30	824,30	82,07	0,141	0,141	6,143	6,143	0,004	0,004	18,41	18,41	49,14	49,14	20,32	20,32
CAB. CALC.	1004,4	1004,40	100,0	0,629	0,629	10,259	10,259	0,016	1,582	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
CAB. ENS.				0,677		7,270		0,019							

Molienda flotación rougher 70% - 200 mallas	P80 micras 90
---	---------------------

Grado de remolienda en la flotación cleaner	P80 micras
--	---------------





ANEXO IV.- Pruebas del segundo grupo

Cinética de flotación, pruebas del 18 al 20

Prueba 18

MOLIENDA		FLOTACION			
Peso (gr)	1000	G.E.	2,92	RPM	900
Tiempo (min.)	15	Vol. Celda (cc)	2700		
P(80) (micras)	125	% Solidos	30		
% Solidos	66				

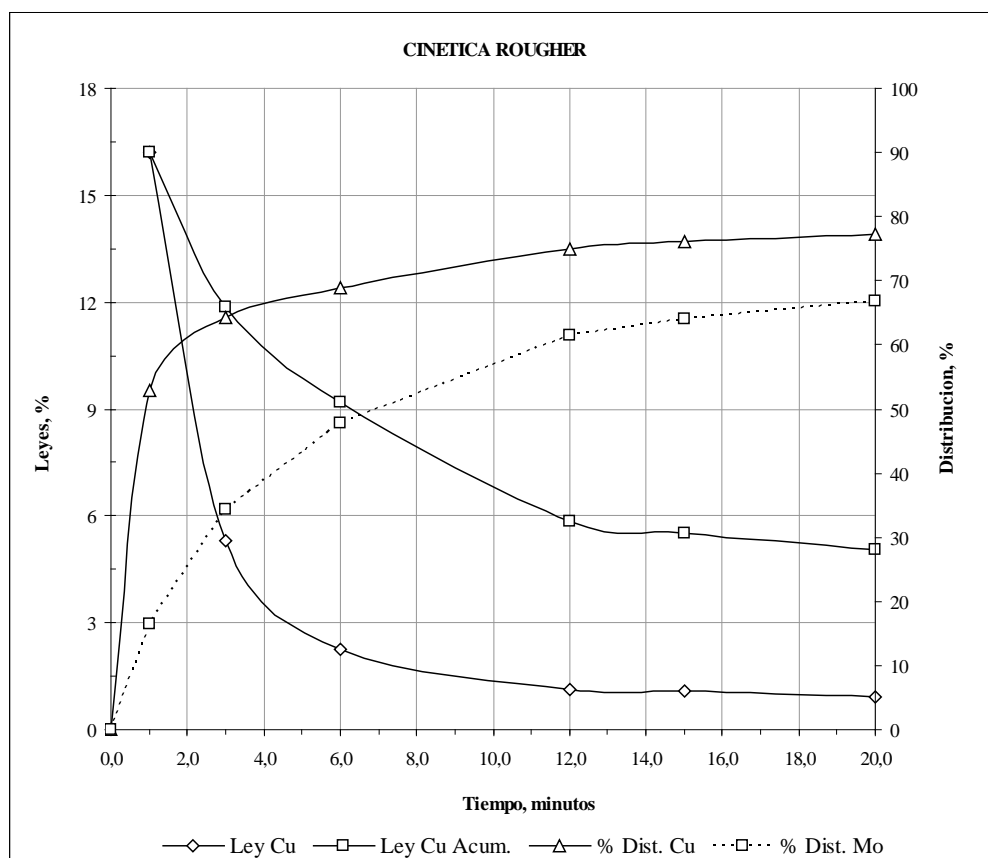
ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)					pH	t min.
	Cal	A-3894	Z-6	MIBC	F-507		
Molienda	2000,0	20,0					15,0
Acond.	200,0			10,0	10,0	10,80	
Flot. Rougher 1						11,00	7,5
Flot. Rougher 2*			2,5			11,00	7,5
TOTAL	2200,0	20,0	2,5	10,0	10,0		

* A los 7.5min

Al final 10,4

BALANCE METALURGICO

TIEMPO minutos	PESO (gr)			% PESO	Leyes %							% DISTRIBUCION								
	Parcial	Acum.	PESO		Cu	Cu acum.	CuOx	CuOx acum.	Mo	Mo acum.	Fe	Fe acum.	Cu	Cu acum.	CuOx	CuOx acum.	Mo	Mo acum.	Fe	Fe acum.
0,0												0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1,0	20,90	20,90	2,08	16,210	16,210	0,469	0,469	0,108	0,108	23,490	23,490	52,88	52,88	7,74	7,74	16,52	16,52	4,77	4,77	
3,0	13,90	34,80	1,38	5,296	11,851	0,460	0,465	0,175	0,135	16,230	20,590	11,49	64,37	5,05	12,78	17,80	34,33	2,19	6,96	
6,0	13,20	48,00	1,31	2,238	9,207	0,376	0,441	0,139	0,136	11,000	17,953	4,61	68,98	3,92	16,70	13,43	47,75	1,41	8,37	
12,0	34,30	82,30	3,41	1,117	5,835	0,204	0,342	0,055	0,102	33,360	24,374	5,98	74,96	5,52	22,22	13,81	61,56	11,12	19,49	
15,0	6,30	88,60	0,63	1,090	5,498	0,313	0,340	0,055	0,099	19,840	24,052	1,07	76,04	1,56	23,78	2,54	64,10	1,21	20,70	
20,0	9,20	97,80	0,92	0,906	5,066	0,337	0,340	0,040	0,093	10,340	22,762	1,30	77,34	2,45	26,23	2,69	66,79	0,92	21,63	
Conc. a 15 min.	6,30	88,60	0,63	1,090	5,498	0,313	0,340	0,055	0,099	19,840	24,052	1,07	76,04	1,56	23,78	2,54	64,10	1,21	20,70	
Relave a 15 min	916,60	916,60	91,19	0,167	0,167	0,105	0,105	0,005	0,005	8,905	8,905	23,96	23,96	76,22	76,22	35,90	35,90	79,30	79,30	
Conc. rougher	97,80	97,80	9,73	5,066	5,066	0,340	0,340	0,093	0,093	22,762	22,762	77,34	77,34	26,23	26,23	66,79	66,79	21,63	21,63	
Relave	907,40	907,40	90,27	0,160	0,160	0,103	0,103	0,005	0,005	8,890	8,890	22,66	22,66	73,77	73,77	33,21	33,21	78,37	78,37	
CAB CALC	1005,2	1005,2	100,00	0,637	0,637	0,126	0,126	0,014	0,014	10,240	10,240	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	



Prueba 19

MOLIENDA		FLOTACION			
Peso (gr)	1000	G.E.	2,92	RPM	900
Tiempo (min.)	15	Vol. Celda (cc)	2700		
P(80) (micras)	125	% Solidos	30		
% Solidos	66				

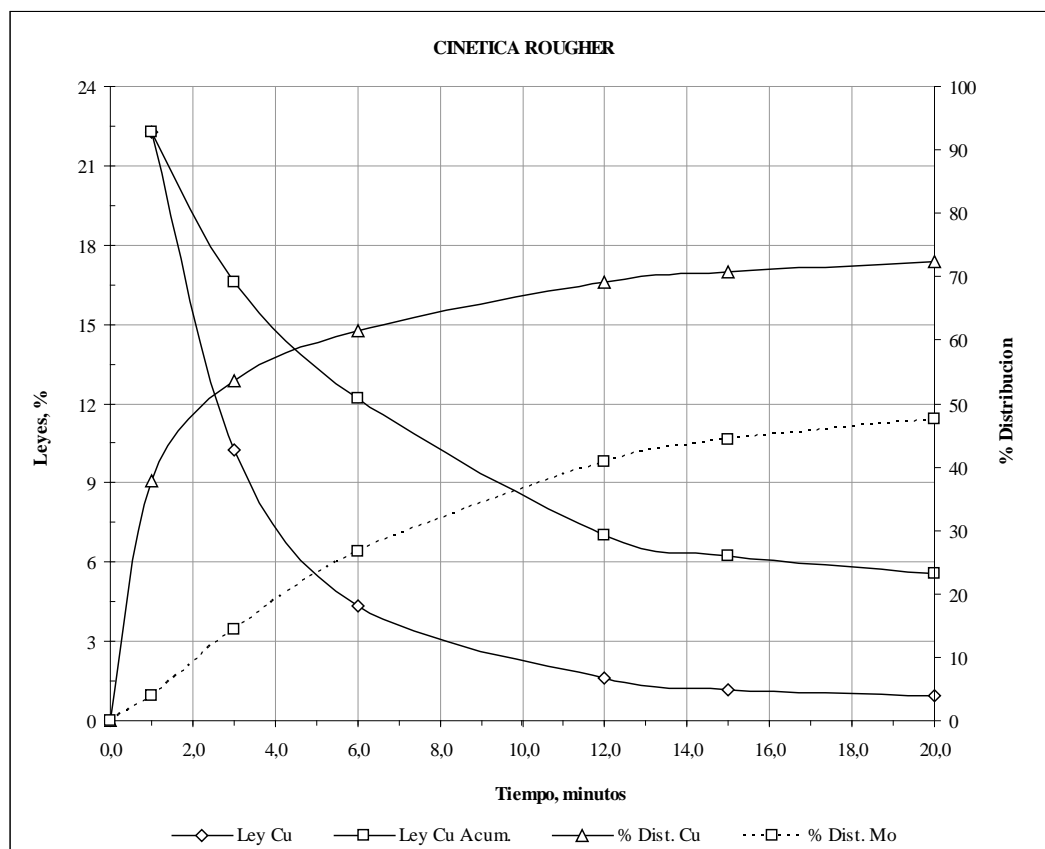
ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)					pH	t min
	Cal	A-3894	Z-6	MIBC	F-507		
Molienda	2000,0	20,0					15,0
Acond.	200,0			10,0	10,0	10,80	
Flot. Rougher 1						11,00	7,5
Flot. Rougher 2*			2,5			11,00	7,5
TOTAL	2200,0	20,0	2,5	10,0	10,0		

* A los 7.5min

Al final 10,4

BALANCE METALURGICO

TIEMPO minutos	PESO (gr)		%	Leyes %								% DISTRIBUCION							
	Parcial	Acum.		Cu	Cu acum.	CuOx	CuOx acum.	Mo	Mo acum.	Fe	Fe acum.	Cu	Cu acum.	CuOx	CuOx acum.	Mo	Mo acum.	Fe	Fe acum.
0,0																			
1,0	11,10	11,10	1,11	22,260	22,26	0,418	0,418	0,056	0,056	26,230	26,230	37,93	37,93	3,62	3,62	3,96	3,96	2,87	2,87
3,0	10,00	21,10	1,00	10,250	16,568	0,543	0,477	0,162	0,106	20,410	23,472	15,73	53,66	4,24	7,86	10,33	14,29	2,01	4,88
6,0	11,70	32,80	1,17	4,345	12,208	0,468	0,474	0,166	0,128	14,020	20,100	7,80	61,47	4,27	12,13	12,38	26,67	1,62	6,49
12,0	31,10	63,90	3,11	1,588	7,039	0,246	0,363	0,071	0,100	33,980	26,855	7,58	69,05	5,97	18,10	14,08	40,75	10,41	16,91
15,0	9,80	73,70	0,98	1,151	6,256	0,284	0,352	0,057	0,094	20,260	25,978	1,73	70,78	2,17	20,27	3,56	44,31	1,96	18,86
20,0	11,20	84,90	1,12	0,969	5,559	0,294	0,345	0,044	0,088	12,160	24,156	1,67	72,45	2,57	22,84	3,14	47,45	1,34	20,20
Conc. a 15 min.	9,80	73,70	0,98	1,151	6,256	0,284	0,352	0,057	0,094	20,260	25,978	1,73	70,78	2,17	20,27	3,56	44,31	1,96	18,86
Relave a 15 min	927,00	927,00	92,64	0,205	0,205	0,110	0,110	0,009	0,009	8,885	8,885	29,22	29,22	79,73	79,73	55,69	55,69	81,14	81,14
Conc. rougher	84,90	84,90	8,48	5,559	5,559	0,345	0,345	0,088	0,088	24,156	24,156	72,45	72,45	22,84	22,84	47,45	47,45	20,20	20,20
Relave	915,80	915,80	91,52	0,196	0,196	0,108	0,108	0,009	0,009	8,845	8,845	27,55	27,55	77,16	77,16	52,55	52,55	79,80	79,80
CAB CALC	1000,7	1000,7	100,00	0,651	0,651	0,128	0,128	0,016	0,016	10,144	10,144	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00



Prueba 20

MOLIENDA		FLOTACION			
Peso (gr)	1000	G.E.	2,92	RPM	900
Tiempo (min.)	15	Vol. Celda (cc)	2700		
P(80) (micras)	125	% Solidos	30		
% Solidos	66				

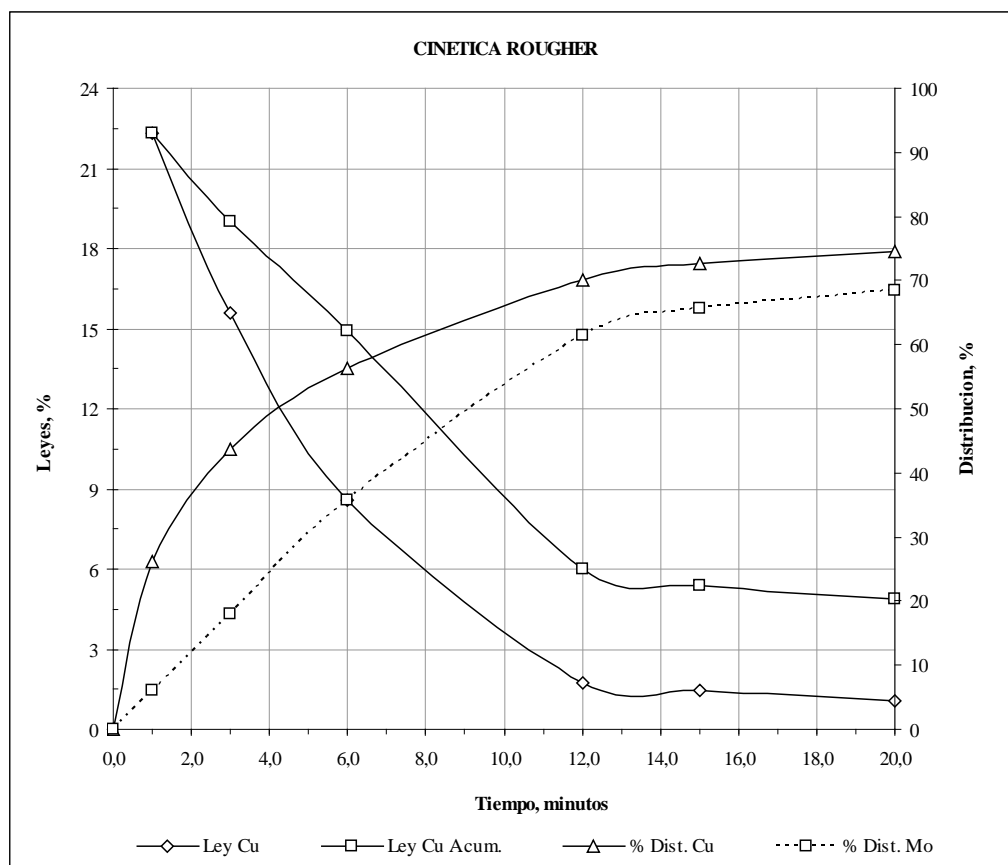
ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)						pH	t min.
	Cal	A-3894	Z-6	Diessel 2	MIBC	F-507		
Molienda	2200,0	20,0		24,0				15,0
Acond.					10,0	10,0		11,20
Flot. Rougher 1								11,20
Flot. Rougher 2*			2,5					11,20
TOTAL	2200,0	20,0	2,5		10,0	10,0		

* A los 7.5min

Al final 10,4

BALANCE METALURGICO

TIEMPO minutos	PESO (gr)		% PESO	Leyes %						% DISTRIBUCION									
	Parcial	Acum.		Cu	Cu acum.	CuOx	CuOx acum.	Mo	Mo acum.	Fe	Fe acum.	Cu	Cu acum.	CuOx	CuOx acum.	Mo	Mo acum.	Fe	Fe acum.
0,0																			
1,0	7,60	7,60	0,75	22,290	22,29	0,385	0,385	0,118	0,118	26,640	26,640	26,24	26,24	2,22	2,22	6,18	6,18	2,13	2,13
3,0	7,20	14,80	0,71	15,580	19,026	0,521	0,451	0,236	0,175	23,330	25,030	17,37	43,61	2,84	5,06	11,71	17,88	1,77	3,89
6,0	9,60	24,40	0,95	8,555	14,906	0,534	0,484	0,269	0,212	19,540	22,870	12,72	56,33	3,88	8,94	17,79	35,67	1,97	5,87
12,0	51,20	75,60	5,06	1,733	5,985	0,236	0,316	0,073	0,118	31,140	28,471	13,74	70,07	9,15	18,09	25,75	61,42	16,76	22,62
15,0	11,40	87,00	1,13	1,479	5,394	0,331	0,318	0,053	0,109	17,950	27,092	2,61	72,68	2,86	20,95	4,16	65,59	2,15	24,78
20,0	11,10	98,10	1,10	1,056	4,903	0,339	0,320	0,038	0,101	9,784	25,134	1,82	74,50	2,85	23,80	2,91	68,49	1,14	25,92
Conc. a 15 min.	11,40	87,00	1,13	1,479	5,394	0,331	0,318	0,053	0,109	17,950	27,092	2,61	72,68	2,86	20,95	4,16	65,59	2,15	24,78
Relave a 15 min	925,80	925,80	91,41	0,191	0,191	0,113	0,113	0,005	0,005	7,730	7,730	27,32	27,32	79,05	79,05	34,41	34,41	75,22	75,22
Conc. rougher	98,10	98,10	9,69	4,903	4,903	0,320	0,320	0,101	0,101	25,134	25,134	74,50	74,50	23,80	23,80	68,49	68,49	25,92	25,92
Relave	914,70	914,70	90,31	0,180	0,180	0,110	0,110	0,005	0,005	7,705	7,705	25,50	25,50	76,20	76,20	31,51	31,51	74,08	74,08
CAB CALC	1012,8	1012,8	100,00	0,638	0,638	0,130	0,130	0,014	0,014	9,393	9,393	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00



ANEXO V.- Pruebas del tercer grupo

Test N° 28

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)							pH	t min.		
	NaSH	A-3894	SPRI 1018	MT 506	Z-6	MIBC/F-650	D-640			cal	
MOLIENDA		20,0	20,0	20,0				30,0	1500		19,0
ACOND RO I						10/10				10,0	5,0
FLOT. ROUGHER I	75(5 min)				10(7.5mi)					10,0	7,5
FLOT. ROUGHER II	(50+25)*				(5+5)**	5/5	26,4			10,0	7,5
CLEANER I	20,0						13,2	145		11,0	3,0
CLEANER II							13,2	50		11,5	3,0
CLEANER III								100		12,0	2,0
TOTAL	170,0	20,0	20,0	20,0	20,0	15/15	82,8	1795,0			42,0

* 50 a los 7.5 min. Y 25 a los 10 minutos

**5 a 7.5 min y 5 a 10 mint.

BALANCE METALURGICO

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes %					% DISTRIBUCION				
			Cu	CuOx	S(t)	Fe	Mo	Cu	CuOx	S(t)	Fe	Mo
Concentrado Cu	18,90	1,90	13,370	0,531	45,300	36,110	0,045	38,42	6,68	15,11	7,64	5,73
Medios III	40,60	4,07	2,889	0,224	50,300	43,030	0,058	17,83	6,06	36,05	19,56	15,88
Medios II	51,80	5,20	1,814	0,182	44,000	38,420	0,073	14,29	6,28	40,24	22,28	25,49
Medios I	38,40	3,85	1,032	0,432	3,640	7,276	0,072	6,03	11,05	2,47	3,13	18,64
Conc. Rougher	149,70	15,023	3,364	0,302	35,520	31,390	0,065	76,57	30,07	93,87	52,61	65,75
Relave	846,80	84,98	0,182	0,124	0,410	4,999	0,006	23,43	69,93	6,13	47,39	34,25
CAB CALC	996,50	100,00	0,660	0,151	5,684	8,964	0,015	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
CAB ENS			0,677	0,207		7,27	0,019					

Molienda flotación rougher	P(80) micras
66% - 200 mallas	110
Dp(gr/lit)	1800

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv

Test N° 29

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)							pH	t min.	
	NaSH	A3894	SPRI 1018	MT 506	Z-6	MIBC/F-650	D640			cal
Molienda		25,0	25,0	25,0			40,0	1300		19,0
Acond. Ro I						10/10			10,5	5,0
Flot. Rougher I	30(5 min)				2(7.5mi)				10,5	7,5
Flot. Rougher II	(30+20)*				(2+2)**	5/5	26,4		10,5	7,5
Cleaner I	20,0						13,2	130	12,0	3,0
Cleaner II							13,2	280	12,5	3,0
Cleaner III								240	12,5	2,0
TOTAL	80,0	25,0	25,0	25,0	20,0	15/15	92,8	1950,0		42,0

* 30 a los 7.5 min. Y 20 a los 10 minutos

**5 a 7.5 min y 5 a 10 mint.

BALANCE METALURGICO

PRODUCTOS	PESO (g)	% PESO	Leyes %					% DISTRIBUCION				
			Cu	CuOx	S(t)	Fe	Mo	Cu	CuOx	S(t)	Fe	Mo
Concentrado Cu	7,30	0,73	25,760	0,719	34,600	27,240	0,063	32,63	3,90	5,24	2,14	3,06
Medios III	2,20	0,22	13,710	0,666	38,500	33,980	0,134	5,23	1,09	1,76	0,80	1,96
Medios II	31,60	3,15	2,346	0,227	43,100	40,830	0,099	12,86	5,34	28,28	13,88	20,83
Medios I	92,90	9,25	1,483	0,305	26,900	26,350	0,073	23,91	21,07	51,89	26,33	45,17
Conc. Rougher	134,00	13,345	3,210	0,315	31,330	29,938	0,080	74,63	31,40	87,17	43,16	71,03
Relave	870,10	86,65	0,168	0,106	0,710	6,073	0,005	25,37	68,60	12,83	56,84	28,97
CAB CALC	1004,10	100,00	0,574	0,134	4,796	9,258	0,015	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
CAB ENS			0,677	0,207		7,27	0,019					

Molienda flotación rougher	P(80) micras
66% - 200 mallas	110
Dp(gr/lit)	1800

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80) micras

Test N° 30

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)								pH	t min.
	NaSH	SEC 301	Petroleo	TC 123	Z-11	MIBC/ F-650	D-640	cal		
Molienda		20,0	24,0	20,0			40,0	1000		19,0
Acond. Ro I						15/15			9,8	5,0
Flot. Rougher I	30(5 min)				3(7.5mi)				9,8	7,5
Flot. Rougher II	(30+30)*				(3+3)**				9,8	7,5
Cleaner I	20,0							370	12,5	3,0
Cleaner II								260	12,5	3,0
TOTAL	90,0	20,0	24,0	20,0	9,0	15/15	40,0	1630,0		42,0

* 30 a los 7.5 min. Y 30 a los 10 minutos

**3 a 7.5 min y 3 a 10 mint.

BALANCE METALURGICO

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes %					% DISTRIBUCION				
			Cu	CuOx	S(t)	Fe	Mo	Cu	CuOx	S(t)	Fe	Mo
Concentrado Cu	17,90	1,80	13,750	0,573	38,900	33,080	0,127	44,88	8,49	13,12	5,95	14,56
Medios II	30,30	3,05	2,111	0,265	39,500	38,290	0,109	11,66	6,65	22,56	11,66	21,15
Medios I	88,90	8,94	1,012	0,265	27,200	27,700	0,055	16,40	19,51	45,57	24,74	31,32
Conc. Rougher	137,10	13,780	2,918	0,305	31,446	30,743	0,076	72,94	34,65	81,25	42,35	67,03
Relave	857,80	86,22	0,173	0,092	1,160	6,689	0,006	27,06	65,35	18,75	57,65	32,97
CAB CALC	994,90	100,00	0,551	0,121	5,333	10,004	0,016	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

CAB ENS

0,677 0,207 7,27 0,019

Molienda	P(80)
flotación rougher	micras
66% - 200 mallas	110
Dp(gr/lt)	1800

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80) micras

Test N° 31

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)								cal gram	pH	t Minu
	NaSH	A-3894	SPRI 1018	MT 506	A-404	MIBC/ F-650	Metabis	D-640			
MOLIENDA								80,0	1300		15,0
ACOND RO I		20,0	20,0	20,0		15/15				10,5	10,0
FLOT. ROUGHER I	75(5 min)				6.2(7.5mi)					10,5	7,5
FLOT. ROUGHER II	(45+30)*				(2.5+2.5)**	5/5		26,4		10,5	7,5
Remolienda											5,0
CLEANER I	20,0							100,0	13,2	34	12,5
CLEANER II								100,0	13,2	21	12,5
CLEANER III											12,5
TOTAL	150,0	20,0	20,0	20,0	20,0	15/15	200	132,8	1355,0		48,0

* 45 a los 7.5 min. Y 30 a los 10 minutos

**5 a 7.5 min y 5 a 10 mint.

BALANCE METALURGICO

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes %					% DISTRIBUCION				
			Cu	CuOx	S(t)	Fe	Mo	Cu	CuOx	S(t)	Fe	Mo
Concentrado Cu	14,00	1,40	22,550	0,731	34,000	27,560	0,194	49,51	7,07	8,96	4,09	16,66
Medios III	10,30	1,03	6,895	0,517	37,700	35,010	0,211	11,14	3,68	7,31	3,82	13,33
Medios II	24,60	2,46	1,294	0,309	30,500	30,150	0,092	4,99	5,25	14,13	7,86	13,89
Medios I	109,70	10,96	0,700	0,218	29,400	29,170	0,045	12,04	16,52	60,72	33,93	30,29
Conc. Rougher	158,60	15,852	3,123	0,297	30,516	29,559	0,076	77,69	32,52	91,12	49,71	74,17
Relave	841,90	84,15	0,169	0,116	0,560	5,634	0,005	22,31	67,48	8,88	50,29	25,83
CAB CALC	1000,50	100,00	0,637	0,145	5,309	9,427	0,016	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

CAB ENS

0,677 0,207 7,27 0,019

Molienda	P(80)
flotación rougher	micras
60% - 200 mallas	125
Dp(gr/lt)	1800

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	80% -400 mallas

Test N° 32

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)							cal
	NaSH	A3894	SPRI 1018	Z-6	A-404	MIBC/Oreprep	Metabis	gram
Molienda	50,0				24,0		500,0	1500,0
Acond. Ro I		25,0	25,0			7.5 / 7.5		324,0
Flot. Rougher I	35 (5min)			3 (5min)				205,0
Flot. Rougher II	(35+30)*			(3+3)**	(2.5/2.5+2.5/2.5)**			190,0
Remolienda								
Cleaner I		6,6				5/5	50,0	3,9
Cleaner II							50,0	1,7
Cleaner III								
TOTAL	150,0	31,6	25,0	9,0	24,0	19.5/19.5	600,0	2224,5

* 35 a los 8 min. Y 30 a los 10.5 minutos

*** 3 a los 8 min. Y 3 a los 10.5 min.

** 2.5/2.5 a 8 min y 2.5/2.5 a 10.5 min.

BALANCE METALURGICO

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes %						% DISTRIBUCION					
			Cu	CuOx	Ag g/t	Au g/t	Fe	Mo	Cu	CuOx	Ag	Au	Fe	Mo
Concentrado Cu	14,90	1,50	25,300	0,604	45,000	1,770	22,990	0,139	57,34	7,71	30,85	15,66	3,86	11,96
Medios III	7,30	0,73	7,004	0,372	21,600	2,616	21,290	0,340	7,78	2,33	7,26	11,34	1,75	14,34
Medios II	18,40	1,85	1,498	0,290	8,000	0,631	17,980	0,095	4,19	4,57	6,77	6,89	3,73	10,10
Medios I	135,50	13,62	0,619	0,186	3,400	0,550	26,440	0,045	12,76	21,58	21,20	44,24	40,42	35,22
Conc. Rougher	176,10	17,698	3,064	0,240	8,155	0,747	25,051	0,070	82,06	36,18	66,08	78,12	49,77	71,62
Relave	818,90	82,30	0,144	0,091	0,900	0,045	5,436	0,006	17,94	63,82	33,92	21,88	50,23	28,38
CAB CALC	995,00	100,00	0,661	0,117	2,184	0,169	8,907	0,017	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

CAB ENS

0,677 0,207

7,27 0,019

Molienda flotación rougher	P(80) micras
60% - 200 mallas	125
Dp(gr/lt)	1300

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80) micras
80% -400 mallas	38

Test N° 33

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)								pH	t Minu
	NaSH	A-3894	Z-6	A-404	MIBC/Oreprep	Metabis	petroleo	NaOH		
Molienda		33,0		24,0		500,0	24,0	584		12,0
Acond. Ro I					15/15			561	10,5	5,0
Flot. Rougher I	75(5 min)		3(5 min.)			200 (7.5min)		139 (5min)	10,5	7,5
Flot. Rougher II	(45+30)*		(3+3)**			100 (10min)		86 (7.5min)	10,5	5,5
Remolienda										
Cleaner I	50,0	6,6			9/9			495	12,5	4,0
Cleaner II								84	12,5	4,0
Cleaner III								109	12,5	3,0
TOTAL	200,0	39,6	9,0	24,0	24/24	800	24,0	2058,0		41,0

* 45 a los 7.5 min. Y 30 a los 10 minutos

**3 a 7.5 min y 3 a 10 min.

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes %					% DISTRIBUCION				
			Cu	CuOx	Ag g/t	Fe	Mo	Cu	CuOx	Ag	Fe	Mo
Concentrado Cu	10,90	1,08	24,430	0,722	44,800	25,470	0,362	43,01	6,75	23,21	3,09	27,45
Medios III	4,10	0,41	10,970	0,595	23,700	27,090	0,467	7,27	2,09	4,62	1,24	13,32
Medios II	7,90	0,78	5,211	0,532	15,300	22,040	0,233	6,65	3,61	5,74	1,94	12,80
Medios I	44,80	4,44	1,520	0,346	6,000	14,640	0,044	11,00	13,30	12,77	7,29	13,71
Conc. Rougher	67,70	6,712	6,212	0,443	14,404	18,001	0,143	67,93	25,75	46,34	13,55	67,28
Relave	940,90	93,29	0,211	0,092	1,200	8,262	0,005	32,07	74,25	53,66	86,45	32,72
CAB CALC	1008,60	100,00	0,614	0,116	2,086	8,916	0,014	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

CAB ENS

0,677 0,207

7,27 0,019

Molienda flotación rougher	P(80) micras
54% - 200 mallas	150
Dp(gr/lt)	1800

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	
80% -400 mallas	

Test N° 34

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)							cal
	NaSH	A3894	SPRI 1018	Z-11	A-404	MIBC/Oreprep	Metabis.	gram
Molienda	0,0	25,0	25,0		24,0		500,0	1000,0
Acond. Ro I						15/15		
Flot. Rougher I	80 (5m)			5 (5m)			100(5m)	
Flot. Rougher II	(40+30)*			(5+5)**			(100+100)**	
Remolienda	20,0	26,0	6,3		6,0			
Cleaner I						5/5		200,0
Cleaner II								50,0
Cleaner III								20,0
TOTAL	170,0	51,0	31,3	15,0	30,0	20/20	800,0	1270,0

* 35 a los 7.5 min. Y 30 a los 10 minutos

** 2.5/2.5 a 7.5 min y 2.5/2.5 a 10 mint.

BALANCE METALURGICO N°34

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes %						% DISTRIBUCION					
			Cu	CuOx	Ag g/t	Au g/t	Fe	Mo	Cu	CuOx	Ag	Au	Fe	Mo
Conc. Cu	11,50	1,14	22,450	0,640	41,700	1,540	27,950	0,377	41,35	5,99	24,16	8,92	3,34	28,86
Medios III	10,40	1,03	11,210	0,654	24,900	2,884	25,320	0,368	18,67	5,53	13,05	15,10	2,74	25,48
Medios II	40,10	3,98	1,507	0,397	8,600	0,371	9,691	0,056	9,68	12,95	17,38	7,49	4,04	14,95
Medios I	104,60	10,39	0,692	0,285	4,600	0,192	8,659	0,020	11,59	24,25	24,24	10,11	9,42	13,93
Conc. Rougher	166,60	16,546	3,047	0,359	9,391	0,496	11,279	0,075	81,29	48,73	78,83	41,62	19,55	83,22
Relave	840,30	83,45	0,139	0,075	0,500	0,138	9,201	0,003	18,71	51,27	21,17	58,38	80,45	16,78
CAB CALC	1006,90	100,00	0,620	0,122	1,971	0,197	9,545	0,015	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

CAB ENS

0,677 0,207

7,27 0,019

Molienda	P(80)
flotación rougher	micras
60% - 200 mallas	125
Dp(gr/lt)	1300

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80) micras
80% -400 mallas	38

Test N° 35

ETAPA	REACTIVOS ADICIONADOS (g/TM)							cal	pH	t
	NaSH	A-3894	Petroleo	Z-6	A-404	MIBC/Oreprep	Metabis	gram		Minu
Molienda	0,0	25,0	25,0		24,0		500,0	1000,0		15,0
Acond. Ro I						15/15			9,7	5,0
Flot. Rougher I	80 (5m)			5 (5m)			100(5m)		9,7	7,5
Flot. Rougher II	(40+30)*			(5+5)**			(100+100)**		9,5	7,5
Remolienda	20,0	26,0	6,3		6,0					6,0
Cleaner I						5/5		200,0	11,0	5,0
Cleaner II								50,0	11,0	4,0
Cleaner III								20,0	11,0	3,0
TOTAL	170,0	51,0	31,3	15,0	30,0	20/20	800,0	1270,0		53,0

* 35 a los 7.5 min. Y 30 a los 10 minutos

** 2.5/2.5 a 7.5 min y 2.5/2.5 a 10 min.

BALANCE METALURGICO N° 35

PRODUCTOS	Peso (g)	% Peso	Leyes %						% DISTRIBUCION					
			Cu	CuOx	Ag g/t	Au g/t	Fe	Mo	Cu	CuOx	Ag	Au	Fe	Mo
Conc. Cu	12,70	1,27	21,45	0,678	37,600	1,109	24,820	0,353	43,12	6,94	28,42	11,22	3,50	29,27
Medios III	12,80	1,28	7,576	0,623	19,300	0,931	17,890	0,248	15,35	6,43	14,70	9,49	2,54	20,73
Medios II	34,80	3,49	1,248	0,375	5,900	0,260	9,273	0,044	6,87	10,52	12,22	7,21	3,58	10,00
Medios I	88,20	8,85	1,031	0,301	3,700	0,218	9,882	0,031	14,39	21,40	19,42	15,32	9,68	17,85
Conc. Rougher	148,50	14,899	3,392	0,378	8,459	0,365	11,707	0,080	79,73	45,29	74,76	43,24	19,31	77,85
Relave	848,20	85,10	0,151	0,080	0,500	0,084	8,566	0,004	20,27	54,71	25,24	56,76	80,69	22,15
CAB CALC	996,70	100,00	0,634	0,124	1,686	0,126	9,034	0,015	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

CAB ENS

0,677 0,207

7,27 0,019

Molienda	P(80)
flotación rougher	micras
60% - 200 mallas	125
Dp(gr/lt)	1300

Grado de remolienda en la flotación cleaner scv	P(80) micras
80% -400 mallas	38