

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA



APLICACIÓN DE LA DEXTRINA EN LA FLOTACIÓN DIFERENCIAL
COBRE-PLOMO

INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO METALURGISTA

ELABORADO POR:
LUIS CLEMENTE HUERE ANAYA

LIMA - PERU

2011

DEDICATORIA

A mi mejor amiga, confidente y
madre Rayda Anaya Llanos.

SUMMARY

During metallurgical separation of Pb-Cu, if copper grade is less than lead grade in our bulk concentrate, it is very usual to utilize potassium dichromate as lead depressor; this work shows all the experiences done with suitable mixing of reagents and the inclusion of a central reagent, which is the yellow dextrin, it is achieved to improve the quality of final concentrates, and at the same total elimination of Cr^{6+} (chromic ion), which is a powerful oxidant.

Ore which is being worked is a polymetallic mineral containing Zn-Pb-Cu, ordered according its abundance or grades in the head samples. It is processed in open circuit with flotation Pb-Cu (bulk), tailings go to Zn flotation. Bulk concentrate is processed with the reagents (mixture of them), being dextrin the main active which eliminate the total addition of dichromate previously used.

The addition of dextrin is performed in 2 stages, in the first stage of separation and during the last stage of copper cleaning, to eliminate remaining traces which were not eliminate during the initial stage. The process indicates necessity of working in a pH range from 4,5 to 5,5. First problems came during reaction between reagents conditioning tank with the acid. These problems were solved by covering this tank with rubber linings.

It is important to note that the study of dextrin as galena depressor is already incipient, not working in other Plants in the same way. I believe one of the important factors is temperature (average temperature in this work was 20 C)

RESUMEN

En la separación Pb-Cu, si tenemos una ley de cobre menor que la ley de plomo en nuestro concentrado bulk, normalmente utilizamos bicromato de potasio, como depresor de plomo; este trabajo muestra las experiencias realizadas con la mezcla adecuada de reactivos y la inclusión de un reactivo central, que es la dextrina amarilla se logra mejorar la calidad de los concentrados finales, así como la eliminación total del ión Cr^{6+} (ión crómico), que es un potente oxidante.

El mineral de trabajo es un mineral polimetálico de Zn-Pb-Cu en orden de abundancia o leyes en la muestra de cabeza. Tratada en un circuito abierto con flotación Pb-Cu (bulk), las colas van a la flotación de Zn. El concentrado bulk es tratado con los reactivos (mezclas), siendo el principal activo la dextrina que logra eliminar la adición total del bicromato anteriormente usado.

La adición de dextrina se realiza en dos frentes, en la primera etapa de separación y en la última etapa de limpieza de cobre, para eliminar rezagos que no se hayan podido deprimir en la etapa inicial. El proceso nos indica que hay que trabajar dentro de un rango de pH ácido, entre 4,5 y 5,5. Los problemas que se suscitaron en primera instancia fue la reacción entre el tanque de acondicionamiento de reactivos con el ácido, se soluciono recubriendo el tanque con forros de goma.

Cabe resaltar que el estudio de la dextrina como depresor de la galena es aún incipiente, no funcionando igual en otras plantas, creo que uno de los factores importantes es la temperatura (la temperatura promedio de trabajo fue de unos 20°C).

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

| | |
|---------------------------------|---|
| 1.1 Objetivo | 1 |
| 1.2 Planta concentradora | 2 |
| 1.2.1 Conminución | 3 |
| 1.2.2 Teoría de flotación | 6 |

CAPÍTULO II: REACTIVOS DE FLOTACIÓN

| | |
|-----------------------|----|
| 2.1 Depresores | 11 |
| 2.2 Colectores | 15 |
| 2.3 Reguladores | 18 |
| 2.4 Otros | 20 |

CAPÍTULO III: SEPARACIÓN COBRE – PLOMO

| | |
|--|----|
| 3.1 Procedimiento general de la flotación polimetálica conteniendo Zn-Pb-Cu..... | 21 |
| 3.2 Métodos de separación plomo-cobre | 22 |
| 3.3 Fundamento sobre la separación plomo-cobre | 23 |

| | |
|--|----|
| 3.4 Depresión de minerales de plomo..... | 24 |
|--|----|

CAPÍTULO IV: PRUEBAS EXPERIMENTALES EN PLANTA

| | |
|--|----|
| 4.1 Preparación para la flotación | 26 |
| 4.2 Preparación de reactivos | 30 |
| 4.3 Flotación bulk | 33 |
| 4.4 Flotación en la separación plomo-cobre | 34 |
| 4.5 Resultados iniciales | 35 |

CAPÍTULO V: RESULTADOS METALÚRGICOS

| | |
|--|----|
| 5.1 Pruebas iniciales de optimización..... | 40 |
| 5.2 Mezcla BFC1 | 45 |
| 5.3 Evaluación de un método alternativo de separación Pb/Cu..... | 47 |
| 5.4. Resultados de las pruebas de flotación..... | 48 |
| 5.5. Optimización de los circuitos de flotación..... | 68 |
| 5.5.1 Optimización del circuito | 69 |
| 5.5.2 Nuevo método de separación Cu/Pb sin bicromato | 70 |
| 5.5.3 Mezcla DFC1 | 61 |
| 5.6. Pruebas en planta con dextrina | 71 |

| | | |
|---------------------|-------|----|
| CONCLUSIONES | | 80 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 82 |
| ANEXOS | | 84 |

Lista de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla N° 4.1. Línea de molienda..... | 27 |
| Tabla N° 4.2. Análisis valorado línea 1 de molienda | 28 |
| Tabla N° 4.3. Análisis valorado línea 2 de molienda | 28 |
| Tabla N° 4.4. Análisis valorado ciclón – molienda. Cavex 400 L2..... | 29 |
| Tabla N° 4.5. Análisis valorado ciclón – molienda. Cavex 400 L1..... | 29 |
| Tabla N° 4.6. Análisis valorado ciclón – molienda. Cavex 400 L1 + L2..... | 29 |
| Tabla N° 4.7. Análisis valorado molino 5´ x 8´ L1..... | 30 |
| Tabla N° 4.8. Análisis valorado molino 5´ x 8´ L2..... | 30 |
| Tabla N° 4.9. Análisis granulométrico OK5 RCS..... | 35 |
| Tabla N° 4.10. Análisis granulométrico OK5 RCS y celdas unitarias..... | 36 |
| Tabla N° 4.11. Reporte de leyes de muestreo. Espuma bulk..... | 37 |
| Tabla N° 4.12. Análisis del circuito de limpieza bulk..... | 38 |
| Tabla N° 5.1. Resultado de la prueba de optimización..... | 40 |
| Tabla N° 5.2. Resultado de las prueba de circuito cerrado..... | 43 |
| Tabla N° 5.3. Efecto de la dextrina en la separación Cu/Pb..... | 44 |
| Tabla N° 5.4. Preparación del BFC1..... | 45 |
| Tabla N° 5.5. Pruebas de flotación con dextrina..... | 47 |

| | |
|--|----|
| Tabla N° 5.6. Pruebas de flotación C1..... | 48 |
| Tabla N° 5.7. Resultados de la prueba C1..... | 49 |
| Tabla N° 5.8. Pruebas de flotación C2..... | 50 |
| Tabla N° 5.9. Resultados de la prueba C2..... | 51 |
| Tabla N° 5.10. Pruebas de flotación C3..... | 52 |
| Tabla N° 5.11. Resultados de la prueba C3..... | 53 |
| Tabla N° 5.12. Pruebas de flotación C4..... | 54 |
| Tabla N° 5.13. Resultados de la prueba C4..... | 55 |
| Tabla N° 5.14. Pruebas de flotación C5..... | 56 |
| Tabla N° 5.15. Resultados de la prueba C5..... | 57 |
| Tabla N° 5.16. Resultados metalúrgicos iniciales con nuevo reactivo..... | 59 |
| Tabla N° 5.17. Resultados metalúrgicos iniciales con nuevo reactivo..... | 60 |
| Tabla N° 5.18. Resultados metalúrgicos iniciales con nuevo reactivo..... | 61 |
| Tabla N° 5.19. Resultados metalúrgicos iniciales con nuevo reactivo..... | 62 |
| Tabla N° 5.20. Resultados metalúrgicos iniciales con nuevo reactivo..... | 63 |
| Tabla N° 5.21. Resultados metalúrgicos iniciales con nuevo reactivo..... | 64 |
| Tabla N° 5.22. Resultados metalúrgicos iniciales con nuevo reactivo..... | 65 |
| Tabla N° 5.23. Resultados iniciales metalúrgicos con nuevo reactivo..... | 66 |

| | |
|--|----|
| Tabla N° 5.24. Resultados metalúrgicos iniciales con nuevo reactivo..... | 67 |
| Tabla N° 5.25. Reporte metalúrgico cobre..... | 74 |
| Tabla N° 5.26. Reporte metalúrgico plomo..... | 75 |
| Tabla N° 5.27. Reporte metalúrgico zinc..... | 76 |
| Tabla N° 5.28. Balance metalúrgico usando dextrina año 2005..... | 77 |
| Tabla N° 5.29. Balance metalúrgico usando dextrina año 2006..... | 78 |
| Tabla N° 5.30. Balance metalúrgico usando dextrina año 2007..... | 79 |

Lista de gráficos

| | |
|---|----|
| Figura N° 2.1. Estructura molecular de la dextrina..... | 12 |
| Figura N° 4.1. Tanques de preparación de reactivos..... | 31 |
| Figura N° 4.2. Tanques de preparación de reactivos..... | 32 |
| Figura N° 5.1. Diagrama de flujo en las pruebas de ciclo cerrado..... | 41 |
| Figura N° 5.2. Flow sheet usado en la prueba de ciclo cerrado..... | 42 |
| Figura N° 5.3. Dosificación de reactivos julio 2005..... | 58 |
| Figura N° 5.4. Esquema de aplicación de nuevos reactivos..... | 73 |

NOMENCLATURA

| | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| ε° | : potencial estándar de reducción |
| % | : porcentaje en masa |
| A3418 | : colector de plata |
| A242 | : colector de plomo – cobre |
| AR 3894 | : colector de cobre |
| Acond | : tiempo de acondicionamiento |
| BFC1 | : mezcla de bicromato fosfato y CMC |
| C | : cabeza |
| C.A | : carbón activado |
| Cc | : carga circulante |
| CMC | : carboxi metil celulosa |
| D | : dilución |
| DFC1 | : mezcla dextrina fosfato y CMC |
| DPTA | : ditionofosfato alifáticos |
| DTPAr | : ditionofosfatos aromáticos |
| F | : alimento |
| H31 | : dextrina |
| K | : constante de sólidos |
| MIBC | : metil isobutil carbinol |
| OK | : celdas de flotación |
| P | : porcentaje en masa de sólidos |
| pH | : potencial de hidrógeno |
| R | : relave |
| Ratio | : radio de concentración |

| | |
|------|---|
| Re | : razón de concentración |
| RCS | : celda de flotación circular |
| Rm | : recuperación metalúrgica |
| TM | : tonelada métrica |
| TMH | : toneladas métricas húmedas |
| TMS | : toneladas métricas secas |
| W | : masa por litro de pulpa |
| w | : masa de mineral seco en gramos por litro de pulpa |
| ZAF | : zaranda de alta frecuencia |
| ZDDP | : ditioposfatos alquílicos de zinc |
| Z-6 | : xantato amílico de potasio |

INTRODUCCION

La separación Pb-Cu desde finales del siglo XIX y hasta la fecha es uno de los mayores problemas en su separación (cuando la masa de cobre es menor que la de plomo en el concentrado bulk), se utiliza como depresor de plomo, al bicromato de potasio como reactivo principal.

Es cierto que en los últimos años se han utilizado algunos reactivos que reducen su uso en la depresión, pero siempre se está utilizando esta sal, donde su anión bicromato, cuando se libera en el relave es extremadamente contaminante cuando es evacuado de la planta, este informe muestra la aplicación de reactivos usados en ciertas dosificaciones que pueden eliminar el uso del bicromato de potasio en la depresión del plomo.

Bajo ciertas condiciones fisicoquímicas (trabajando en medio ácido, con uso de carbón activado, fosfato disódico, silicato de sodio, etc.) la dextrina amarilla actúa de manera eficiente. Dentro de la optimización de los reactivos en la separación plomo cobre se observó que los concentrados aumentaban su ley, comparados con el uso de bicromato anteriormente.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivo

El propósito del presente informe es dar el inicio de futuras investigaciones sobre la posibilidad de eliminar el uso de bicromato de potasio y sodio en la separación Pb-Cu en el Perú.

La dextrina es un reactivo no tóxico, que se usará en la separación de estos dos elementos en sus respectivos minerales, a partir, de un concentrado bulk de Pb - Cu. La evaluación de la dextrina como depresor del plomo en laboratorio fue errático se tenía que probar en planta para ajustar mejor los resultados ya que los análisis de laboratorio no se aplican al 100% en planta, pero sirven de referencia para poder ajustar los valores de dosificación de reactivos en el proceso que se inicia o se está cambiando de reactivo depresor.

Los reactivos utilizados en este cambio fueron los mismos a diferencia en el cambio de pH (ácido sulfúrico), pero muestran resultados de mejores calidades de concentrados finales para el cobre y el plomo.

1.2 Planta concentradora.

1.2.1 Conminución.

La conminución de minerales es la etapa del proceso de beneficio del mineral donde se consume la mayor parte de la energía en plantas concentradoras. Cabe mencionar que no sólo se realiza la conminución en minerales sino también en ingeniería civil, en la preparación de agregados, en ingeniería química en el procesamiento de minerales no metálicos.

La conminución trata de las operaciones y proceso que se realizan para transportar el mineral desde la mina hasta la planta de preparación mecánica o conminución, y tiene como finalidad, la de preparar el mineral para los procesos subsiguientes, procesos como la concentración de minerales o la recuperación de metales valiosos.

Caracterización de una planta de preparación

La sección de preparación mecánica de una planta concentradora se maneja el mineral en dos estados:

El estado sólido y seco; donde se produce la trituración y clasificación en zarandas.

En estado de pulpa en la molienda y clasificación por vía húmeda, donde casi siempre están presente los ciclones, clasificadores de rastrillos, helicoidales, en plantas de pequeño tonelaje

Mineral chancado:

Consiste en estudiar el mineral que se está tratando en la disgregación, del que se identifican sus constituyentes y propiedades, para realizar su manipulación y tratamiento. La caracterización que se realiza generalmente se de la siguiente manera:

Caracterización física:***1. Caracterización de masa y volúmenes:***

En este proceso se establece la relación de masa y volumen en base al uso de gravedad específica. Se obtiene la información básica para el diseño de tolvas, canchas de mineral, chutes, sistemas de alimentación, sistemas de transporte.

Se determinan de parámetros operacionales de los sistemas de alimentación, transporte, almacenamiento; así como de chancadoras, clasificadores, etc.

2. Caracterización del tamaño de partícula:

La caracterización del tamaño de partícula se realiza por medio del análisis granulométrico, grafica que se elabora en base a la información que nos proporciona el análisis de malla que se realiza en el laboratorio.

Caracterización física del mineral en la molienda

Para el manejo del sólido, cuando forma pulpa se considera el control de la densidad, que involucra la gravedad específica (s) y las siguientes determinaciones:

1. Determinación de la constante de sólidos (K):

$$K = \frac{(s - 1)}{s} \dots\dots\dots(1.1)$$

2. Determinación de la masa de un litro de pulpa

$$W = d * 1000 \dots\dots\dots(1.2)$$

3. Determinación del % de sólidos por masa (P)

$$P = \left(\frac{(W - 1000)}{WK} \right) * 100 \dots\dots\dots(1.3)$$

4. Determinación de la masa del mineral seco en gramos en un litro de pulpa (w)

$$w = \frac{(W - 1000)}{K} \dots\dots\dots(1.4)$$

5. Determinación de la dilución, o proporción de masa líquida a masa sólida (D)

$$D = \frac{(W - w)}{w} \dots\dots\dots(1.5)$$

Caracterización química

Es costumbre realizar la presentación química de los minerales en porcentajes de sus elementos, porque permite identificar cada uno de los elementos que conforman las especies mineralógicas a tratar, de las cuales se indican cuáles son menas y cuáles pertenecen a las gangas.

1.2.2 Teoría de la flotación

La flotación es una técnica de concentración que aprovecha la diferencia entre las propiedades superficiales o interfaciales del mineral útil y la ganga.

Se basa en la adhesión de algunos sólidos a burbujas de aire, las cuales transportan los sólidos a la superficie de la celda de flotación, donde son recolectados y recuperados como concentrado. La fracción que no se adhiere a las burbujas permanece en la pulpa y constituyen las colas o relaves.

Así, la condición de flotabilidad es una fuerte adhesión entre las partículas útiles y burbujas, que deben ser capaces de soportar la agitación y turbulencia de la celda. Estas partículas se dicen hidrofóbicas, y las partículas del relave o colas son hidrofílicas.

Variables del proceso de flotación

Las variables que afectan el proceso de flotación de minerales son las siguientes:

Granulometría de la mena

Tipo y dosificación de reactivos de flotación

Porcentaje de sólidos de las etapas de flotación

Tiempo de residencia del material en las celdas.

pH de la pulpa

Aireación y acondicionamiento de la pulpa

Temperatura de la pulpa

Calidad del agua utilizada en el proceso

Evaluación del proceso de flotación

Los índices de evaluación del proceso de flotación son: recuperación metalúrgica, recuperación en masa, razón de concentración, razón de enriquecimiento.

Recuperación metalúrgica: Es la razón entre la masa del material útil obtenido en el concentrado y la masa de material útil de la alimentación.

Recuperación en masa: Es la razón entre la masa del concentrado y la masa de la alimentación.

Razón de concentración: Es la razón entre la masa de alimentación y la masa de concentrado.

Razón de enriquecimiento: Es la razón entre la ley del componente deseado en el concentrado y la ley del mismo componente en la alimentación.

Consideremos una celda de flotación de laboratorio donde: F, C, R pesos de alimentación, concentrado y relave; f, c, r las leyes del componente útil en la alimentación, concentrado y relave.

$$\text{Recuperación metalúrgica} = R_m = \left(\frac{C_c}{F_f} \right) * 100$$

$$\text{Razón de concentración} = R_c = \frac{F}{C}$$

Balances en el proceso de flotación

Balance de sólidos:

$$F = C + R \quad \dots\dots\dots(1.6)$$

Balance de finos:

$$F_f = C_c + R_r \quad \dots\dots\dots(1.7)$$

Recuperación metalúrgica:

$$R_m = \left(\frac{C_c}{F_f} \right) * 100 \quad \dots\dots\dots(1.8)$$

$$R_m = \left(\frac{f - r}{c - r} \right) \left(\frac{c}{f} \right) * 100 \quad \dots\dots\dots(1.9)$$

La flotación por espumas es un proceso físico - químico de la concentración de minerales. El proceso comprende el tratamiento químico de una pulpa de mineral a fin de crear condiciones favorables para la adhesión de ciertas partículas de minerales a las burbujas de aire. Tiene por objeto la separación de especies minerales, divididos a partir de una pulpa acuosa, aprovechando sus propiedades de afinidad (hidrofílico) o repulsión (hidrofóbico) por el agua.

Minerales hidrofílicos, Son mojables por el agua, constituidos por: óxidos, sulfatos, silicatos, carbonatos y otros, que generalmente representan la mayoría de los minerales estériles o ganga. Haciendo que se mojen, permanezcan en suspensión en la pulpa para finalmente hundirse

Minerales hidrofóbicos, Son aquellos que no son mojables o son poco mojables por el agua, dentro de ellos tenemos: Los metales nativos, sulfuros de metales o especies tales como: Grafito, carbón bituminoso, talco y otros, haciendo de que evite el mojado de las partículas minerales, que pueden adherirse a las burbujas de aire y ascender.

Elementos de la flotación

Fase sólida: Esta representada por los sólidos a separar (minerales) que tienen generalmente una estructura cristalina. Esta estructura es una consecuencia de la

comparación química de las moléculas, iones y átomos componentes que son cada uno, un cuerpo completo.

Fase líquida: Es el agua debido a su abundancia y bajo precio; y también debido a sus propiedades específicas, constituye un medio ideal para dichas separaciones. La dureza del agua, es decir, la contaminación natural causada por sales de calcio, magnesio y sodio. Estas sales y otro tipo de contaminaciones no solo pueden cambiar la naturaleza de la flotabilidad de ciertos minerales sino también son casi siempre causa de un considerable consumo de reactivos de flotación con los cuáles a menudo forman sales solubles

Fase gaseosa: Es el aire que se inyecta en la pulpa neumática o mecánicamente para poder formar las burbujas que son los centros sobre los cuales se adhieren las partículas sólidas. La función del aire en la flotación tiene distintos aspectos de los cuales los principales son:

El aire influye químicamente en el proceso de flotación.

Es el medio de transporte de las partículas de mineral hasta la superficie de la pulpa.

Acondicionadores - son aquellas sustancias añadidas a la pulpa para mantener un pH adecuado (medida de acidez o alcalinidad de la pulpa) en la protección de algunas sales como el NaCN, que podrían descomponerse en un circuito ácido. El hidróxido de sodio, carbonato de sodio y óxido de calcio (cal) son los acondicionadores más comunes, debido a que la mayoría de pulpas de flotación son alcalinas.

Espumantes - son sustancias utilizadas en procesos de flotación que confieren una mayor resistencia a las burbujas de aire como consecuencia de la reducción de la

tensión superficial. Entre los espumantes más comunes se tiene el aceite de pino y el ácido cresílico. Los espumantes comunes son aceite de pino, ácido cresílico, ciertos alcoholes como el MIBC (Metil Isobutil Carbinol) y los del tipo glicol que son solubles en agua.

Modificadores - son los reactivos utilizados para controlar la alcalinidad y eliminar los efectos nocivos de los materiales coloidales y las sales solubles. Se encuentran también incluidos aquellos compuestos que aumentan la atracción específica entre los agentes colectores y la superficie de partículas; o recíprocamente, aquéllos que incrementan la mojabilidad de estas superficies.

Promotores (Colectores) - son compuestos heteropolares que contienen un grupo hidrógeno-carbono y un grupo ionizado, han sido elegidos por su capacidad para adsorber selectivamente en procesos de flotación por espumas y hacer la superficie adsorbente relativamente hidrofóbica.

CAPÍTULO II

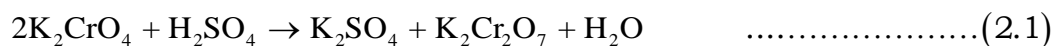
REACTIVOS DE FLOTACIÓN

2.1 Depresores

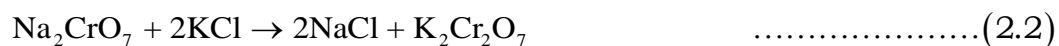
Bicromato de potasio: $K_2Cr_2O_7$, $Na_2Cr_2O_7$

El bicromato de potasio/sodio ($K_2Cr_2O_7$, $Na_2Cr_2O_7$) es una sal del hipotético ácido dicrómico (este ácido en sustancia no es estable) $H_2Cr_2O_7$. Se trata de una sustancia de color intenso anaranjado. En esta sal el ión Cr^{6+} se reduce al ión Cr^{3+} .

El bicromato potásico se obtiene a partir del cromato potásico acidulando la disolución correspondiente:

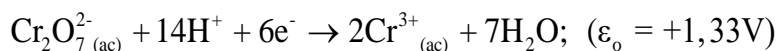


También se puede obtener por intercambio del catión a partir del bicromato de sodio y cloruro de potasio:



Siendo así un poderoso oxidante de acuerdo a lo propuesto por S. Bulatovic (2007).

La ecuación de reducción es:



Estos productos son corrosivos y causan sensibilidad en la piel y alergias en la piel, daña a los ojos, Al igual que los cromatos, los bicromatos son cancerígenos.

Dextrina ((C₆H₁₀O₅)_n)

Las **dextrinas** son un grupo de oligosacáridos de poca masa molecular producidas por la hidrólisis del almidón. Tienen la misma fórmula general que los polisacáridos pero son de una longitud de cadena más corta. La producción industrial es realizada generalmente por la hidrólisis ácida del almidón de patata. Las dextrinas son solubles en agua, sólidos de color blanco hasta levemente amarillo, ópticamente activos. Analíticamente, las dextrinas se pueden detectar con la solución de yodo, dando una coloración roja.

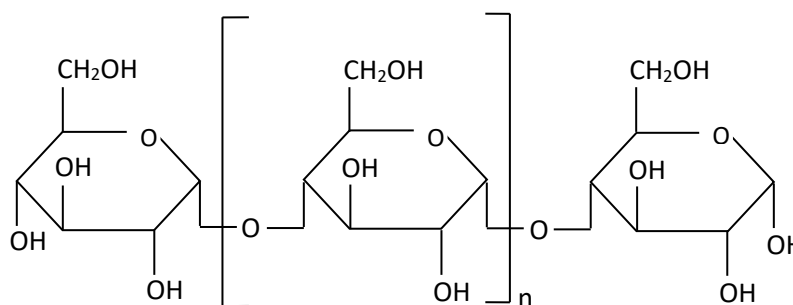


Figura N° 2.1. Estructura molecular de la dextrina

Las dextrinas cíclicas se conocen como ciclodextrinas. Son formadas por la degradación enzimática del almidón por ciertas bacterias, por ejemplo con *Bacillus*

macerans. Las ciclodextrinas tienen estructuras toroidales formadas por 6-8 residuos de glucosa. Las dextrinas encuentran uso extenso en la industria, debido a su falta de toxicidad y a su precio bajo.

La dextrina es un polímero orgánico no tóxico, con un peso molecular que varía de 800 a 79.000. Los polímeros orgánicos son a menudo usados como modificadores de flotación de sulfuro y minerales no sulfurados. Los polímeros orgánicos se pueden dividir en cuatro grandes grupos: no iónicos, catiónicos, aniónicos y anfóteros cuando se mira en el carácter de su grupo polar. Pero debido a que los polímeros a menudo sufren una modificación de la caracterización se aplica de manera muy informal. El papel de los polímeros en la flotación es altamente dependiente de la composición del polímero. Algunos polímeros se utilizan como dispersantes, floculantes o depresivos. Muchas veces los polímeros son usados como dispersantes (dispersante de plomo la dextrina por ejemplo).

La dextrina pertenece a los polímeros no iónicos. Se deriva de la fécula de patata en forma de calor en un ambiente ácido. Dependiendo del grado de conversión, dextrina pueden presentar variada solubilidad en el agua de la que forma el sistema coloidal. Como un compuesto polihidroxilado, la dextrina es capaz de participar en una serie de reacciones químicas características de los alcoholes (eterificación o esterificación, aunque la sustitución de grupos hidroxilo, o la formación de complejos químicos con los grupos hidroxilo). (Laskowski y Liu, 1989).

Dextrinas comerciales. Se preparan dextrinas de buena calidad calentando almidón previamente embebido con una pequeña cantidad de ácido nítrico diluido y luego

secado a 110-115°C. El producto se conoce como dextrina blanca. Las dextrinas de calidad inferior, que poseen un color amarillo o castaño, se preparan calentando el almidón a 150-250°C sin adición previa del ácido.

Las dextrinas blancas pueden contener un 15% de almidón soluble y el resto se compone, en gran parte, de eritodextrina. Las dextrinas amarillas están hidrolizadas de forma más completa y, a diferencia de la variedad blanca, contienen cantidades apreciables de maltosa, que puede detectarse y determinarse mediante el reactivo de Fehling.

Bisulfito de sodio

Formula Química: NaHSO_3

Masa molecular: 104 g/mol

Sinónimo: Metabisulfito de Sodio

El Metabisulfito de Sodio es el principal constituyente del Bisulfito de Sodio seco comercial, cuyos usos y propiedades son virtualmente idénticos, esto se da de acuerdo a la siguiente reacción:



La reacción del metabisulfito genera bisulfito de sodio que se le usa como depresor de zinc y hierro, en reemplazo del cianuro en minerales con alto contenido de plata.

Las soluciones acuosas de Metabisulfito de sodio, tienen una reacción fuertemente ácida.

Bajo la influencia de mezclas, este libera gradualmente dióxido de sulfuro gaseoso ocurriendo en el proceso una oxidación a Sulfato de sodio.

En ambientes ácidos y calientes, el Metabisulfito de sodio desprende dióxido de sulfuro.

El Metabisulfito de sodio reacciona violentamente con agentes oxidantes.

Primero disolver la dextrina, luego el CMC en el mismo tanque. Vaciar al tanque mezclador. Agregar el fosfato trisódico, y enrasar con agua.

2.2 Colectores

Xantatos:

Son sales del ácido xantático, que se producen al reaccionar un alcohol con disulfuro de carbono.

Xantatos son derivados del ácido carbónico (H_2CO_3), en el que han sido sustituidos dos átomos de oxígeno por azufre y un grupo de hidrógeno con un grupo alquilo (o arilo) del grupo. En presencia de humedad se hidroliza xantato y forma ácidos xánticos inestables, que además se descomponen en disulfuro de carbono y el alcohol correspondiente. En solución la descomposición de los xantatos aumenta con la disminución del pH. En un medio alcalinoxantatos son relativamente estables (Bulatovic, 2007).

El xantato utilizado en la flotación es preferentemente el xantato n-amílico de potasio (Z-6), utilizado para la flotación de sulfuros de cobre sobre todo asociado a minerales de plomo y zinc.

Principales características:

Bajo costo.

Fuertes propiedades colectoras y buena selectividad.

Reactivos fundamentales para la flotación de sulfuros comunes (Cu, Zn, Pb, Fe, Co - Ni, etc.), para metales nativos (Cu, Ag, Au) y para minerales oxidados previamente sulfidizados.

Se descomponen a pH bajos. Se usan en circuitos a pH alcalino o neutro.

Son sólidos.

Dosificación usual 10 – 100 g/t. Alimentación en solución al 10 – 20% en peso.

Ditiofosfatos

Los ditiofosfatos son de carácter alquílico y arílicos de carácter ácido y sus sales alcalinas, es sabido su utilización como colector de sulfuros conocidos como aerofloats (Bulatovic, 1997).

Los ditiofosfatos arílicos (DPT) son usados como el Xantato, generalmente se utilizan en la flotación de minerales sulfurados y minerales sulfidizados a partir de óxidos /realizados con sulfuro de sodio). En comparación con el Xantato pueden proporcionar una notable ventaja en el grado y la recuperación de los concentrados.

Los ditiofosfatos alquílicos -Zinc dialquílico ditiofosfatos- (ZDDP) al igual que con Xantato, el aumento de longitud de la cadena de los radicales R aumentará la actividad de la DTPA alifáticos, mientras que la disminución de selectividad. Una ventaja del reactivo DTP en comparación con Xantato es su aplicación en rangos de pH ácido. Su estabilidad es mucho mayor, particularmente en la región de pH 4.

Estos son generalmente más selectivos que los Xantato en la prevención de la flotación de sulfuros de hierro.

Una aplicación adicional para alifáticos DTP es el utilizado en la precipitación de cadmio de soluciones de ácido fosfórico.

Los aromáticos DTPAr se aplican preferentemente en la flotación de minerales de plomo, que a menudo contienen plata. Los productos líquidos están generalmente disponibles en un 50% los productos activos no obstante, algunos pueden ser ofrecidos como formulaciones 70% activo.

Los ditiofosfatos son considerados generalmente como unos colectores más selectivos después de los xantatos. (Adams, 1986).

Tanto como Aerofloat o como aeropromotores es como se presentan comercialmente los ditiofosfatos en las codificaciones de las empresas RENASA y CYTEC que son las que se utilizan en las pruebas de flotación.

Una forma de preparar las sales de sodio (o potasio, sales de ditiofosfatos dilaquílicos se pueden preparar por la reacción entre el pentasulfuro de fósforo con los alcoholes y los hidróxidos de sodio o potasio.

A3418: es un buen colector de plata y es una fosfina

A3894 es etil isopropil tionocarbamato, utilizado como colector de cobre

A242 es un reactivo que sale de la reacción del A-25 con agua amoniacal y el A-25 resulta de la reacción del ácido cresílico con penta sulfuro de fósforo. Presenta un poco de tiocarbanilida

2.3 Reguladores

Sulfato de zinc $ZnSO_4$

El sulfato de zinc heptahidratado, son cristales incoloros; es uno de los reactivos reguladores principales de acción depresoras, utilizada para la flotación selectiva de minerales de cobre y plomo de la esfalerita

Depresores

Son reactivos que inhiben o evitan la adsorción de un colector por un mineral volviéndolo hidrofílico, por tanto, no flotable. Esto permite una flotación diferencial o selectiva. Una forma de depresión natural es por las lamas presentes en la pulpa que recubren a los minerales haciéndolos hidrofílicos.

Entre los reactivos que podemos utilizar en flotación de minerales son:

El sulfuro de sodio (Na_2S) y otros sulfuros solubles en agua, se utiliza para deprimir los sulfuros.

El cianuro (Na^+ o K^+) se usa en la flotación selectiva de sulfuros, utilizado para deprimir la esfalerita, minerales de cobre y pirita.

Los sulfitos, bisulfitos, hiposulfitos y ciertos sulfatos (Zn , Fe), se emplean para la flotación selectiva de menas sulfuradas, deprimiendo principalmente a la esfalerita.

El silicato de sodio, se le emplea para deprimir el cuarzo, calcita y otras gangas y para la separación selectiva de no sulfuros.

El cromato y el bicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$, $Na_2Cr_2O_7$), para deprimir la galena.

Reguladores orgánicos no ionizantes tales como el almidón, dextrina, ácido tánico, quebracho, etc., para minerales no sulfuros.

La cal (CaO , $Ca(OH)_2$) se le emplea como depresor especial para los iones unidos a los sulfuros en la flotación de menas sulfurosas.

Modificadores de pH

La efectividad de todos los reactivos o agentes de flotación dependen grandemente del grado de alcalinidad (OH^-) o acidez (H^+) de la pulpa. Por lo tanto, un objetivo primario de una prueba de flotación es encontrar el valor óptimo del pH para una combinación dada de reactivos y mena. El pH es uno de los pocos factores que se pueden medir fácilmente en una pulpa de flotación.

La mayoría de Plantas Concentradoras que tratan sulfuros operan con una pulpa alcalina, debido a que produce resultados metalúrgicos óptimos y previene la corrosión de los equipos metálicos. Pocas Plantas usan todavía pulpas ácidas, localizadas donde la mena es muy ácida y la cal es difícil de conseguir o donde los minerales son flotados después de haber lixiviado la pulpa con ácido. Los reguladores de alcalinidad más comúnmente utilizados en flotación son la cal (CaO) o ($Ca(OH)_2$) y el hidróxido de sodio ($NaOH$), siendo la cal la más económica, pero cuando el ion calcio causa problemas se utiliza el hidróxido.

El control del pH ácido es generalmente con ácido sulfúrico (H_2SO_4) por ser de más bajo costo. Moderadamente concentrado el ácido sulfúrico es también utilizado para destruir los colectores adsorbidos, principalmente Xantato y ácidos grasos, con el fin de hacer hidrofílicos a los minerales flotados.

2.4 Otros

El agua que se puede colectar para la planta es insuficiente, debido a no tener una fuente cercana del mismo obliga al recircular el agua de la relavera. Cabe mencionar que el uso de agua libre de iones en solución se realizó en el laboratorio manteniéndose de manera similar los resultados del proceso.

CAPITULO III

FLOTACIÓN COBRE – PLOMO

3.1 Procedimiento general de flotación de mineral polimetálico conteniendo

Zn –Pb-Cu

Un mineral polimetálico con contenidos de Zn - Pb – Cu, generalmente se procede a una separación por flotación del mineral o minerales menos abundantes (se toman en consideración las leyes); en el caso general se flota un bulk Pb – Cu y las colas pasan al circuito de Zn.

Para la flotación de bulk se deprimen los sulfuros de zinc y hierro a pH natural o débilmente básico. Para la flotación del bulk se utilizan xantatos y otros ditiofostatos para coleccionar algún elemento en particular, así como algunos promotores de la sulfidización de ciertos minerales oxidados para tener una buena recuperación en este proceso, como depresores utilizados generalmente tenemos al cianuro de sodio, bisulfito de sodio y sulfato de zinc como depresores. Como agente sulfurizador utilizamos al sulfuro de sodio para los productos secundarios de cobre.

Para la depresión de la pirita en la flotación plomo – cobre se deprime con cianuro de sodio así como bisulfito de sodio, el primero actúa por lixiviación sobre la pirita con

la adsorción de los ferrocianatos de hierro sobre su superficie, en tanto que el segundo (bisulfito), deprime la pirita activada descomponiendo los dixantógenos o xantatos a perxantatos y a su alcohol correspondiente.

El sulfuro de zinc debe de ser deprimido con sulfato de zinc, cualquier exceso afecta la flotabilidad del cobre o plomo. Se debe tener en cuenta la presencia de sales solubles de cobre, plata arsénico antimonio,... que activan a la esfalerita; cabe destacar que el control de los reactivos depresores, pueden afectar posteriormente la flotabilidad del zinc.

3.2 Métodos de separación plomo - cobre

Flotación de minerales de cobre con la depresión de la galena

Utilizamos reactivos como bisulfito de sodio y sulfato de hierro.

Utilizando bicromato de potasio.

Utilizando ácido sulfuroso y bicromato de potasio.

Utilizando ácido sulfuroso y almidón.

Utilizando ácido sulfuroso, bicromato de potasio y almidón.

Utilizando bisulfito de sodio y dextrina

¿Cuándo flotar cobre o flotar plomo?

La separación plomo – cobre se realiza de acuerdo a los siguientes criterios generales:

Si la relación plomo/cobre es mayor que la unidad, se tiende a flotar el cobre

Si la relación plomo/cobre es aproximadamente 1 se podría flotar tanto plomo como cobre, dependiendo de otros factores.

Si la relación plomo/cobre es menor que 1 no se puede fijar el elemento a flotar como mineral

Si la relación plomo/cobre es mucho menor que 1, se flota el plomo

En algunos casos pese a que la relación plomo/cobre es mayor a la unidad se tiende a flotar el plomo debido a la necesidad de desplazar las impurezas al concentrado de cobre, para este caso se tiene que tomar en cuenta la relación de especies a flotar/especies deprimidas de la siguiente forma: $\%Pb / (\%Cu + \%Zn + \%Fe)$

3.3 Fundamento sobre la separación plomo - cobre

Cianuro de sodio - sulfato de zinc

El cianuro de sodio mezclado con el sulfato de zinc está condicionado por algunos factores como la presencia de sulfuro cuproso (calcosita) a la cual no puede deprimir, además que produce una disolución en exceso de los minerales preciosos; también no es recomendable su uso en minerales de galena oxidada. la mezcla es 50% de cada uno si la relación $\%Pb / (\%Cu + \%impurezas)$ es aproximadamente 1. Una relación obtenida hace años entre las especies que participan en la depresión de minerales de cobre.

Complejo dextrina plomo

Bajo condiciones de acidez la dextrina puede formar un complejo con el plomo del tipo $Pb - C_6H_8O_5$, este complejo se forma en medio ácido, por esto en la experiencia

se trabajará a condiciones acidas, donde el metabisulfito al principio nos da el medio, pero necesitando realizar más pruebas en medio acido se optó por utilizar ácido, sulfúrico como medio acidificante para el proceso de depresión de la galena con la dextrina.

La adsorción del surfactante principal llamado colector, puede ser favorecida por sustancias llamadas activadores, o inhibida por sustancias llamadas depresores. Por ejemplo, la presencia de iones divalentes adsorbidos en una superficie metálica favorece la adsorción de ácidos carboxílicos porque forman sales insolubles. El almidón o la dextrina compiten con el colector, y por tanto produce el efecto contrario, resultando en una reducción de la adsorción del colector.

3.4 Depresión de minerales de plomo

Los reactivos utilizados históricamente son el SO_2 , bisulfitos, sulfuro de sodio (Na_2S) sulfitos en combinación con sulfato ferroso, tiosulfatos, etc., bicromatos y cal. Ellos poseen algunas desventajas con respecto a la combinación NaCN/ZnO que se utilizaba en la década de 1980, en la actualidad las mezclas de estos dos reactivos (NaCN/ZnO) es muy utilizada en la depresión de plomo. Su aplicación está restringida a aquellas minerales que posean una apropiada relación de masa entre los minerales que serán flotados y los que serán deprimidos.

Empleo de bicromato.

Sus propiedades oxidantes son similares a las mostradas por lo reactivos anteriores, excepto que presentan un menor poder depresor para los minerales de zinc en comparación con el bisulfito.

Desde hace tiempo se utiliza con el apoyo del almidón y sus derivados como las dextrinas para incrementar su poder depresor del plomo.

Empleo de bisulfitos, sulfitos entre otros.

Estos reactivos tienen similar efecto depresor, pero menos intenso que el SO_2 , pruebas de laboratorio han demostrado su alta efectividad, por su bajo costo es una alternativa a considerar, aunque se deba resolver el problema de trabajar con un gas.

Propiedades de estos reactivos en la depresión del plomo

Permiten la depresión de los minerales de plomo, sin embargo también presentan efecto depresor sobre los minerales de zinc, por lo que la asociación a estos minerales debe de ser analizada antes.

La presencia de minerales de cobre secundarios afecta la separación. La disolución producida de estos minerales genera la absorción de los iones conteniendo cobre por la galena, lo cual impide su depresión. Este efecto negativo será contrarrestado con la aplicación de temperatura, aunque ahora lo que hacemos es sulfurizar los secundarios con sulfuro de sodio antes que con SO_2 , con lo cual precipitamos los iones Cu a la forma de CuS .

El acondicionamiento es casi cero, y la adición por etapas igualmente conveniente, en el caso de la presencia de minerales secundarios y dependiendo de la proporción existente, el tiempo de acondicionamiento debe ser evaluado.

CAPITULO IV

PRUEBAS EXPERIMENTALES EN PLANTA

4.1 Preparación para la flotación

El mineral polimetálico conteniendo Zn-Cu-Pb es triturado en una chancadora primaria de quijadas Comesa de 24" x 36", la descarga es transportada a una chancadora intermedia de 16" x 24", luego es transportada a una chancadora secundaria H-2800 Hydrocone Sandvik. El mineral chancado se deposita en dos tolvas de finos de 250TM cada una (se construyó posteriormente una tolva de finos de 2500TM, para tener en reserva mineral que alimente a las tolvas de finos antiguas, que son muy pequeñas por el tonelaje tratado en planta), lo que normalmente genera la segregación del mineral afectando el tonelaje de tratamiento, debido a que hay que bajar el tonelaje que ingresa a los molinos. El índice de trabajo o work index varía según la dureza del mineral tratado, se encuentra entre 13 y 19 KW-H/TC, según los cálculos realizados por la ecuación de Bond.

La molienda se realiza en dos circuitos en paralelo (línea 1 y 2, que trabajan de igual manera). Describimos aquí una línea de molienda: se alimenta desde la tolva de finos de 250TM a un molino 8' x 6'. Al molino se le adicionan reactivos depresores de Zn, también se añaden algunos colectores para iniciar la flotación en una

preconcentración del mineral bulk. El producto de la molienda se lleva a flotación directa de un pre concentrado bulk, en celdas unitarias 1500; las colas son llevadas a un cajón, desde donde son bombeadas a un ciclón cavex 400. El overflow de esta se lleva a flotación bulk tradicional en un circuito de celdas tanque (RCS-5), el underflow se lleva a molienda secundaria en un molino de 5`x8` Mapersa, el producto de esta remolienda se lleva al circuito de flotación bulk pre concentrado.

A finales del 2007 se pone en funcionamiento una zaranda de alta frecuencia (ZAF), para mejorar la clasificación en el circuito y ahorrar energía en la remolienda.

Análisis valorado de la molienda primaria

Alimento al molino

Tabla N° 4.1. Línea de molienda

| Malla | % m | LEYES (%; onzas/TM) | | | | | % DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|-------|--------|---------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| #28 | - | | | | | | | | | | |
| #45 | 75.30 | 4.55 | 0.64 | 2.29 | 13.96 | 12.27 | 70.69 | 70.78 | 70.47 | 76.00 | 72.31 |
| #60 | 1.93 | 4.77 | 0.75 | 2.57 | 15.29 | 18.69 | 1.90 | 2.13 | 2.03 | 2.14 | 2.83 |
| #100 | 5.74 | 4.94 | 0.79 | 2.7 | 14.95 | 19.43 | 5.85 | 6.66 | 6.41 | 6.21 | 8.73 |
| #150 | 3.42 | 5.39 | 0.85 | 3.0 | 15.59 | 17.00 | 3.81 | 4.27 | 4.20 | 3.86 | 4.55 |
| #200 | 2.26 | 5.78 | 0.85 | 3.1 | 14.22 | 16.75 | 2.69 | 2.82 | 2.90 | 2.32 | 2.96 |
| #-200 | 11.35 | 6.43 | 0.80 | 3.0 | 11.55 | 9.70 | 15.05 | 13.33 | 14.00 | 9.47 | 8.61 |
| | 100.00 | 4.85 | 0.68 | 2.45 | 13.83 | 12.78 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

P₈₀ = 2348micras (2,35mm)

Tabla N° 4.2. Línea de molienda

| Malla | % m | LEYES (%; onzas/TM) | | | | | % DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|-------|--------|---------------------|------|------|-------|-------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| #28 | - | | | | | | | | | | |
| #45 | 83.06 | 4.46 | 0.56 | 2.2 | 12.52 | 11.60 | 78.93 | 77.03 | 79.90 | 82.48 | 79.96 |
| #60 | 0.83 | 4.65 | 0.77 | 2.38 | 15.16 | 20.36 | 0.82 | 1.06 | 0.86 | 1.00 | 1.40 |
| #100 | 3.48 | 4.86 | 0.80 | 2.5 | 14.76 | 19.99 | 3.61 | 4.62 | 3.79 | 4.08 | 5.78 |
| #150 | 2.24 | 5.26 | 0.84 | 2.4 | 14.87 | 18.65 | 2.51 | 3.11 | 2.32 | 2.64 | 3.46 |
| #200 | 1.51 | 5.48 | 0.85 | 3.1 | 14.20 | 17.25 | 1.77 | 2.13 | 2.03 | 1.70 | 2.17 |
| #-200 | 8.87 | 6.54 | 0.82 | 2.9 | 11.51 | 9.82 | 12.36 | 12.05 | 11.09 | 8.10 | 7.23 |
| | 100.00 | 4.69 | 0.60 | 2.29 | 12.61 | 12.05 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

P₈₀ = 4279 micras (4,28mm)

Tabla N° 4.3. Análisis granulométrico alimento al molino primario línea 2

| Malla | Abertura en micras | Promedio | masa | % masa | Acumulado (+) | Acumulado (-) |
|-------|--------------------|----------|----------|--------|---------------|---------------|
| 1/2 | 12,500 | 12,972 | 96.40 | 1.27 | 1.27 | 98.73 |
| 3/8 | 9,500 | 10,897 | 416.10 | 5.50 | 6.78 | 93.22 |
| #3 | 6,700 | 7,978 | 1,318.60 | 17.43 | 24.21 | 75.79 |
| #5 | 4,000 | 5,177 | 1,771.50 | 23.42 | 47.63 | 52.37 |
| #8 | 2,360 | 3,072 | 1,054.20 | 13.94 | 61.57 | 38.43 |
| #10 | 1,680 | 1,991 | 432.50 | 5.72 | 67.29 | 32.71 |
| #20 | 850 | 1,195 | 559.40 | 7.40 | 74.69 | 25.31 |
| #28 | 595 | 711 | 226.80 | 3.00 | 77.68 | 22.32 |
| #45 | 355 | 460 | 406.80 | 5.38 | 83.06 | 16.94 |
| #60 | 250 | 298 | 62.80 | 0.83 | 83.89 | 16.11 |
| #100 | 147 | 192 | 263.50 | 3.48 | 87.38 | 12.62 |
| #150 | 105 | 124 | 169.30 | 2.24 | 89.62 | 10.38 |
| #200 | 74 | 88 | 114.50 | 1.51 | 91.13 | 8.87 |
| #-200 | | | 670.90 | 8.87 | 100.00 | |
| | | | 7,563.30 | 100.00 | | |

F₈₀ = 4279 micras (4,28mm)

F₈₀ = CALCULADO GGS= 8435 mm

Análisis granulométrico de circuito ciclón- molienda secundaria

Tabla N° 4.4. Análisis valorado de los gruesos del ciclón cavex 400 L2

| MALLA | MASA | % | LEYES (%; onzas/TM) | | | | | % DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|----------------------|-----------------|---------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| 20 | 27.30 | 2.73 | 2.59 | 0.24 | 0.68 | 2.65 | 6.07 | 1.06 | 1.32 | 0.51 | 0.84 | 0.68 |
| 30 | 25.60 | 2.56 | 3.42 | 0.29 | 0.86 | 4.51 | 6.64 | 1.31 | 1.49 | 0.61 | 1.34 | 0.70 |
| 45 | 84.00 | 8.40 | 4.29 | 0.36 | 1.08 | 6.71 | 9.09 | 5.38 | 6.07 | 2.50 | 6.54 | 3.15 |
| 60 | 113.10 | 11.31 | 5.92 | 0.50 | 1.50 | 11.18 | 17.11 | 9.99 | 11.36 | 4.68 | 14.66 | 7.99 |
| 100 | 308.80 | 30.88 | 3.94 | 0.48 | 1.91 | 9.62 | 29.11 | 18.16 | 29.77 | 16.28 | 34.45 | 37.11 |
| 150 | 204.90 | 20.49 | 7.86 | 0.43 | 3.58 | 7.20 | 32.13 | 24.04 | 17.70 | 20.25 | 17.11 | 27.18 |
| 200 | 96.00 | 9.60 | 10.99 | 0.52 | 8.00 | 8.05 | 28.47 | 15.75 | 10.03 | 21.20 | 8.96 | 11.28 |
| -200 | 140.30 | 14.03 | 11.62 | 0.79 | 8.77 | 9.90 | 20.54 | 24.33 | 22.26 | 33.96 | 16.11 | 11.90 |
| Ley calculada | 1,000.00 | 100.00 | 6.70 | 0.50 | 3.62 | 8.62 | 24.22 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Tabla N° 4.5. Análisis valorado de los gruesos del ciclón cavex 400 L1

| MALLA | MASA | % | LEYES (%; onza/TM) | | | | | % DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|----------------------|-----------------|---------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| 20 | 26.30 | 1.84 | 2.64 | 0.20 | 0.55 | 2.63 | 6.73 | 0.95 | 0.90 | 0.50 | 0.56 | 0.57 |
| 30 | 32.30 | 2.26 | 6.12 | 0.30 | 0.97 | 5.42 | 7.31 | 2.70 | 1.66 | 1.08 | 1.41 | 0.75 |
| 45 | 126.30 | 8.82 | 4.43 | 0.38 | 1.20 | 7.48 | 9.98 | 7.64 | 8.24 | 5.21 | 7.62 | 4.03 |
| 60 | 189.20 | 13.22 | 5.39 | 0.46 | 1.51 | 9.84 | 16.76 | 13.93 | 14.95 | 9.83 | 15.02 | 10.13 |
| 100 | 440.40 | 30.76 | 5.85 | 0.46 | 1.92 | 9.61 | 26.12 | 35.20 | 34.79 | 29.08 | 34.16 | 36.76 |
| 150 | 255.80 | 17.87 | 5.55 | 0.40 | 2.58 | 8.09 | 29.54 | 19.40 | 17.57 | 22.70 | 16.70 | 24.15 |
| 200 | 113.80 | 7.95 | 3.91 | 0.38 | 3.27 | 8.13 | 28.09 | 6.08 | 7.43 | 12.80 | 7.47 | 10.22 |
| -200 | 247.50 | 17.29 | 4.17 | 0.34 | 2.21 | 8.54 | 16.93 | 14.10 | 14.45 | 18.81 | 17.06 | 13.39 |
| Ley calculada | 1,431.60 | 100.00 | 5.11 | 0.41 | 2.03 | 8.66 | 21.86 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Tabla N° 4.6 Análisis valorado de los gruesos del ciclón cavex 400 L1 + L2

| MALLA | MASA | % | LEYES (%; onzas/TM) | | | | | % DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|----------------------|-----------------|---------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| 20 | - | - | | | | | | - | - | - | - | - |
| 30 | - | - | | | | | | - | - | - | - | - |
| 45 | 30.70 | 1.54 | 1.46 | 0.14 | 0.33 | 0.94 | 3.70 | 0.47 | 0.46 | 0.34 | 0.16 | 0.45 |
| 60 | 65.90 | 3.30 | 2.01 | 0.18 | 0.44 | 2.19 | 4.29 | 1.39 | 1.26 | 0.96 | 0.81 | 1.11 |
| 100 | 185.60 | 9.28 | 3.18 | 0.32 | 0.64 | 6.83 | 8.41 | 6.21 | 6.32 | 3.93 | 7.12 | 6.13 |
| 150 | 219.60 | 10.98 | 4.73 | 0.44 | 0.99 | 10.20 | 15.57 | 10.94 | 10.27 | 7.20 | 12.59 | 13.43 |
| 200 | 207.10 | 10.36 | 5.91 | 0.53 | 1.61 | 10.74 | 18.06 | 12.89 | 11.67 | 11.04 | 12.50 | 14.69 |
| -200 | 1,291.10 | 64.56 | 5.01 | 0.51 | 1.79 | 9.21 | 12.66 | 68.10 | 70.02 | 76.53 | 66.82 | 64.20 |
| Ley calculada | 2,000.00 | 100.00 | 4.75 | 0.47 | 1.51 | 8.90 | 12.73 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Análisis granulométrico de circuito ciclón- molienda secundaria

Tabla N° 4.7. Análisis valorado del producto molienda secundaria 5 x 8 L1

| MALLA | MASA | % | LEYES (%; onzas/TM) | | | | | % DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|----------------------|-----------------|---------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| 10 | - | - | | | | | | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | | | | | | - | - | - | - | - |
| 30 | - | - | | | | | | - | - | - | - | - |
| 45 | 53.90 | 5.39 | 3.44 | 0.31 | 0.85 | 5.41 | 8.71 | 3.87 | 4.14 | 2.28 | 3.32 | 2.16 |
| 60 | 88.80 | 8.88 | 4.70 | 0.42 | 1.25 | 8.88 | 15.19 | 8.70 | 9.24 | 5.53 | 8.98 | 6.20 |
| 100 | 266.20 | 26.62 | 5.27 | 0.44 | 1.71 | 9.56 | 24.85 | 29.25 | 29.01 | 22.68 | 28.97 | 30.39 |
| 150 | 196.00 | 19.60 | 5.35 | 0.41 | 2.35 | 8.50 | 28.46 | 21.86 | 19.90 | 22.95 | 18.97 | 25.63 |
| 200 | 107.30 | 10.73 | 5.13 | 0.4 | 2.94 | 8.57 | 26.60 | 11.48 | 10.63 | 15.72 | 10.47 | 13.11 |
| -200 | 287.80 | 28.78 | 4.14 | 0.38 | 2.15 | 8.94 | 17.02 | 24.84 | 27.09 | 30.83 | 29.29 | 22.51 |
| Ley calculada | 1,000.00 | 100.00 | 4.80 | 0.40 | 2.01 | 8.78 | 21.76 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

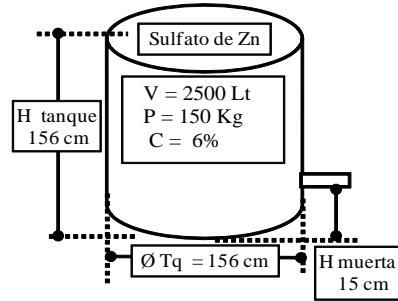
Tabla N° 4.8. Análisis valorado del producto molienda secundaria 5 x 8 L2

| MALLA | MASA | % | LEYES (%; onzas/TM) | | | | | % DE DISTRIBUCIÓN | | | | |
|----------------------|-----------------|---------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| 10 | - | - | | | | | | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | | | | | | - | - | - | - | - |
| 30 | 14.00 | 1.40 | 1.97 | 0.18 | 0.52 | 1.73 | 5.93 | 0.31 | 0.38 | 0.18 | 0.26 | 0.34 |
| 45 | 54.80 | 5.48 | 3.76 | 0.31 | 0.86 | 5.55 | 8.53 | 2.29 | 2.55 | 1.15 | 3.21 | 1.93 |
| 60 | 86.10 | 8.61 | 5.22 | 0.45 | 1.26 | 10.58 | 16.26 | 5.00 | 5.82 | 2.65 | 9.62 | 5.78 |
| 100 | 278.60 | 27.86 | 5.84 | 0.48 | 1.66 | 9.74 | 28.31 | 18.09 | 20.10 | 11.29 | 28.65 | 32.55 |
| 150 | 219.40 | 21.94 | 8.01 | 0.45 | 3.07 | 7.39 | 31.58 | 19.54 | 14.84 | 16.45 | 17.12 | 28.59 |
| 200 | 111.40 | 11.14 | 12.19 | 0.59 | 7.14 | 8.96 | 27.79 | 15.10 | 9.88 | 19.42 | 10.54 | 12.77 |
| -200 | 235.70 | 23.57 | 15.13 | 1.31 | 8.49 | 12.30 | 18.55 | 39.66 | 46.42 | 48.86 | 30.61 | 18.04 |
| Ley calculada | 1,000.00 | 100.00 | 8.99 | 0.67 | 4.10 | 9.47 | 24.23 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

4.2 Preparación de reactivos

Aquí un esquema de la preparación de reactivos en planta de beneficio con los tanques antiguos y nuevos hasta la optimización final.

TANQUES DE REACTIVOS: SULFATO DE ZINC - CIANURO - BISULFITO

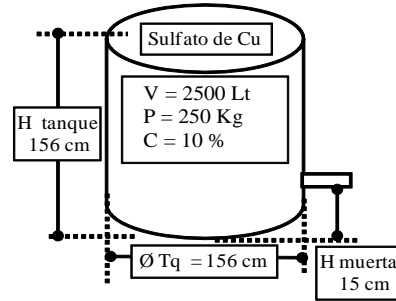


$$V_{\text{total}} = \pi \times \text{radio}^2 \times \text{altura}$$

$$V_{\text{total}} = 3.1416 \times 78^2 \times 140$$

$$V_{\text{total}} = 2,675,889 \text{ cc}$$

$$V_{\text{total}} = 2,676 \text{ Lt}$$



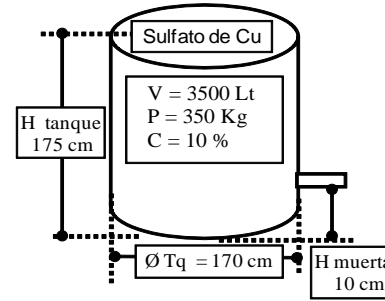
$$V_{\text{total}} = \pi \times \text{radio}^2 \times \text{altura}$$

$$V_{\text{total}} = 3.1416 \times 78^2 \times 140$$

$$V_{\text{total}} = 2,675,889 \text{ cc}$$

$$V_{\text{total}} = 2,676 \text{ Lt}$$

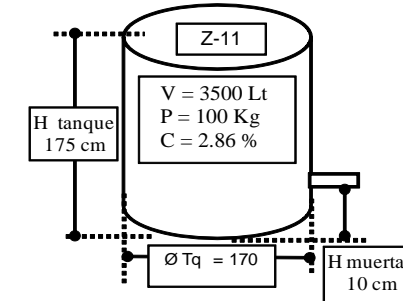
TANQUES DE REACTIVOS: SULFATO DE COBRE - BFC1 - XANTATO Z-11



$$V_{\text{total}} = \pi \times r^2 \times h$$

$$V_{\text{total}} = 3.1416 \times 83^2 \times 165$$

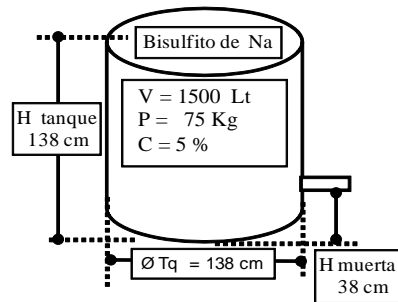
$$V_{\text{total}} = 3,571.01 \text{ lt}$$



$$V_{\text{total}} = \pi \times r^2 \times h$$

$$V_{\text{total}} = 3.1416 \times 83^2 \times 165$$

$$V_{\text{total}} = 3,571.01 \text{ lt}$$

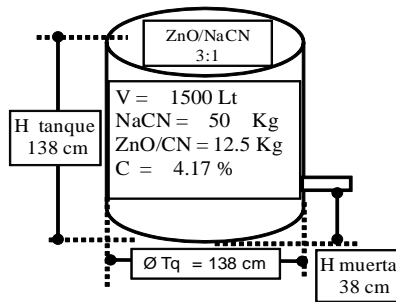


$$V_{\text{total}} = \pi \times \text{radio}^2 \times \text{altura}$$

$$V_{\text{total}} = 3.1416 \times 78^2 \times 100$$

$$V_{\text{total}} = 1,495,716 \text{ cc}$$

$$V_{\text{total}} = 1,496 \text{ Lt}$$

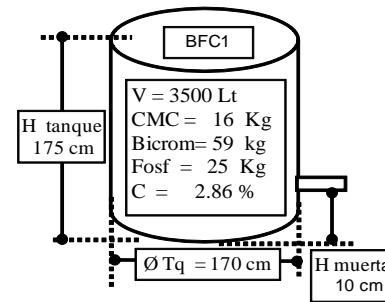


$$V_{\text{total}} = \pi \times \text{radio}^2 \times \text{altura}$$

$$V_{\text{total}} = 3.1416 \times 78^2 \times 100$$

$$V_{\text{total}} = 1,495,716 \text{ cc}$$

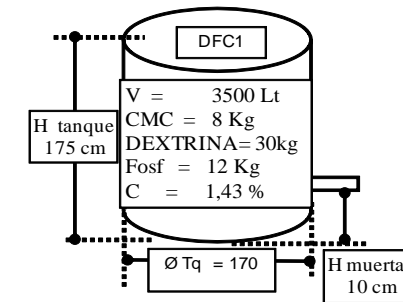
$$V_{\text{total}} = 1,496 \text{ Lt}$$



$$V_{\text{total}} = \pi \times r^2 \times h$$

$$V_{\text{total}} = 3.1416 \times 83^2 \times 165$$

$$V_{\text{total}} = 3,571.01 \text{ lt}$$



$$V_{\text{total}} = \pi \times r^2 \times h$$

$$V_{\text{total}} = 3.1416 \times 83^2 \times 165$$

$$V_{\text{total}} = 3,571.01 \text{ lt}$$

TANQUE EN DESUSO DESDE MAYO 2007

Figura N° 4.1. Tanques de preparación de reactivos.

TANQUES DE REACTIVOS: CARBON - AEROPHINE 3418A - BISULFITO PARA LA SEPARACIÓN CU-PB

TANQUES DE REACTIVOS: A 404 / A 242

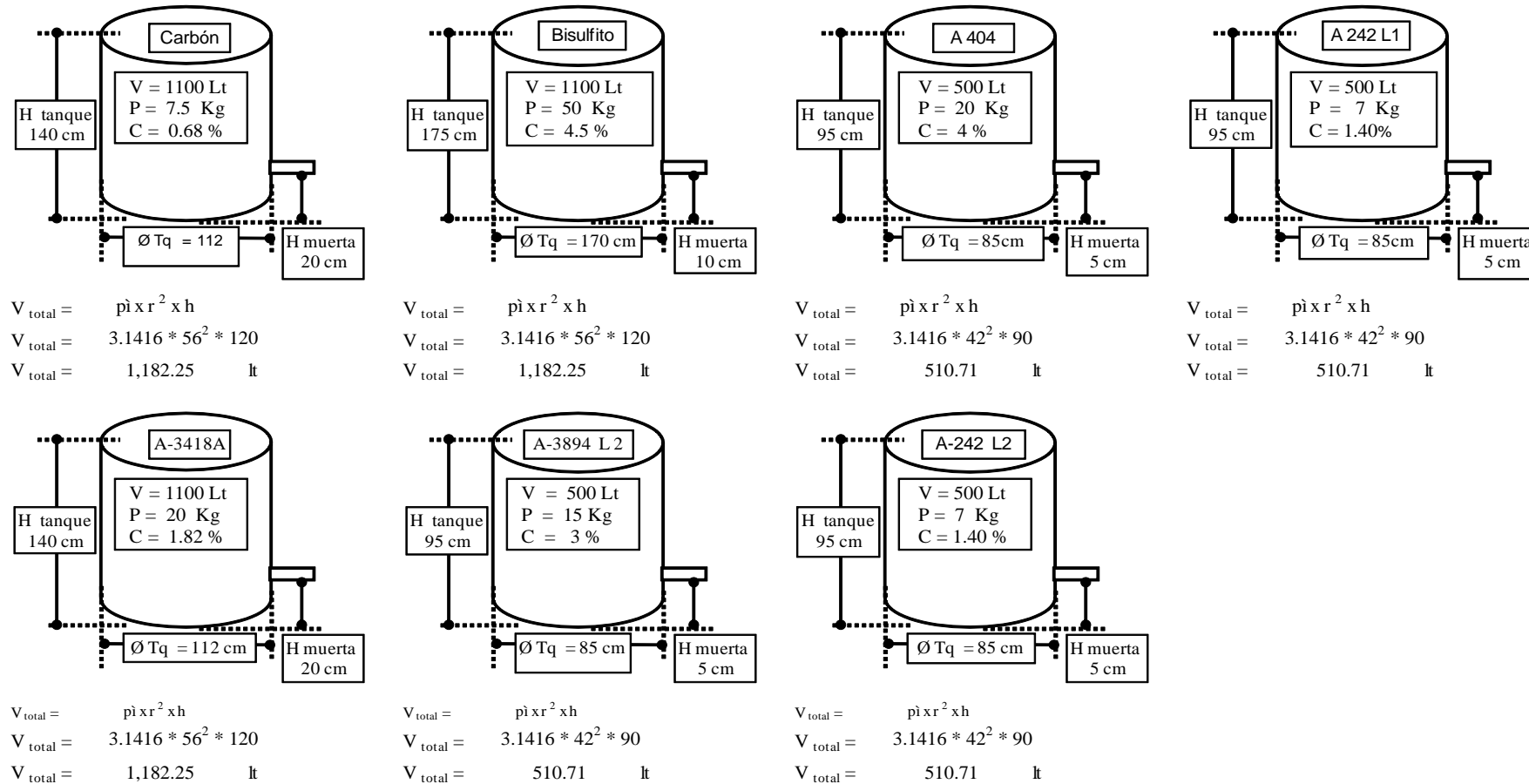


Figura N° 4.2. Tanques de preparación de reactivos.

4.3 Flotación bulk

Se añade el A242, A3418 el sulfato de zinc (ZnSO_4) y el bisulfito de sodio (NaHSO_3) al molino primario de 8' x 6', la descarga se preconcentra en dos celdas unitarias 1500 las espumas se van a la separación Pb-Cu, la cola de esta celda va a un cajón, donde se añade la mezcla oxido de zinc/cianuro de zinc (1:4); desde este cajón es bombeada la pulpa hacia el ciclón cavex 400 del molino secundario 5' x 8'.

El overflow de este ciclón pasa al circuito de flotación convencional bulk y el underflow se lleva a remolienda secundaria en un molino de 5' x 8', donde se le adiciona a la entrada A-404.

Al producto de la remolienda que pasa por un cajón, se le agrega espumante A-80, posteriormente ingresa a las celdas unitaria 1500 de preconcentrado. Este proceso se sigue en ambas líneas de molienda. Pb- $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_5$

El overflow del nido de ciclones se flota en una serie de 5 celdas RCS-5, a la primera celda se le adiciona A-3418 y espumante (A-80), en la segunda celda rougher.

Las colas de la flotación rougher son llevadas a un banco de 5 celdas OK-5 (scavenger), las espumas de este banco son llevadas a limpieza. Las colas de este scavenger son el relave de la flotación bulk.

Las espumas de las celdas RCS-5 (rougher) son llevadas a limpieza, añadiendo en esta etapa más del complejo oxido de zinc/cianuro de zinc (1:4), bisulfito de sodio (NaHSO_3), sulfato de zinc (ZnSO_4) y espumante (A-80); las espumas de esta limpieza se dirigen hacia el proceso de separación Pb-Cu.

La limpieza se realiza en un banco de tres celdas subA - 30, las espumas de este banco se dirigen a la separación Pb-Cu.

Las espumas de la tercera celda son llevadas al alimento de la segunda celda. Las colas de la limpieza son flotadas en una celda de recuperación DR-100, de la cual las espumas son llevadas a la entrada de la tercera celda de limpieza y las colas de la celda son bombeadas hacia la cabeza la primera celda de la flotación rougher, en el cajón de bombeo se añade mas mezcla del complejo oxido de zinc/cianuro de zinc.

Las colas de la flotación rougher son tratadas con aerophine (A-3418), flotadas en un banco de cinco celdas subA - 30. Las espumas de este proceso son llevadas a la primera limpieza bulk.

4.4 Flotación en la separación plomo – cobre

El concentrado limpio (bulk), es acondicionado en tres tanques de acondicionamiento para su separación, en el primer tanque se adiciona el carbón activado y ácido sulfúrico, en el segundo tanque de acondicionamiento se adiciona la mezcla DFC1 (que contiene la dextrina, carboximetilcelulosa (CMC) y el fosfato de sodio (Na_3PO_4)).

Se flota en un banco de seis celdas subA-21, al ingreso de las cuales se refuerza con aerophine A-3418, las espumas de las cuatro primeras celdas son llevadas directamente al proceso de limpieza de concentrado de cobre, las espumas de las dos últimas celdas retornan a la cabeza de la separación en un circuito cerrado. Las colas de este banco de seis celdas son llevadas a un banco de dos celdas, en la cual se añade A3894, las espumas retornan a la cabeza de la quinta celda de la separación

Pb-Cu, las colas de estas últimas celdas son tratadas en una celda DR-100 el cual recibe Aerofloat 3894 y espumante A-80 las espumas de esta celda de recuperación son retornadas a la cabeza de separación y las colas son el concentrado de plomo.

4.5 Resultados iniciales.

Cuando por primera vez se vio la posibilidad de hacer el cambio de reactivo del bicromato por la dextrina fue en el año 2005 donde se realizaron pruebas piloto en laboratorio para ver cómo afectaría dicho cambio a los concentrados finales.

Pruebas de Ciclo Cerrado

Entre la primera y segunda semana de abril del 2005 se llevaron a cabo una serie de tres pruebas de ciclo cerrado en el rebose del ciclón de la planta. La figura N° 5.2 es una versión simplificada del diagrama de flujo usada en la planta y utiliza *clearing* de circuito abierto y un circuito nuevo de separación cobre-plomo.

Aquí algunos resultados de los cambios que se realizaron en planta concentradora

Tabla N° 4.9. Análisis granulométrico celdas Ok5, RCS5, limpieza bulk y celdas unitarias

| OK5 - 1 | | | | | RCS5 - 1 | | | | |
|--------------|---------|---------|---------|--------------|--------------|---------|---------|---------|---------------|
| Malla | 1er día | 2do día | 3er día | PROM | Malla | 1er día | 2do día | 3er día | PROM |
| 50 | 0.02 | 0.38 | 0.07 | 0.20 | 50 | 0.07 | 0.10 | 0.16 | 0.08 |
| 60 | 0.04 | 0.65 | 0.07 | 0.35 | 60 | 0.07 | 0.13 | 0.11 | 0.10 |
| 100 | 0.78 | 1.14 | 0.53 | 0.96 | 100 | 0.87 | 0.83 | 0.99 | 0.85 |
| 150 | 3.30 | 3.79 | 2.73 | 3.54 | 150 | 2.60 | 5.13 | 3.29 | 3.87 |
| 200 | 11.88 | 11.49 | 6.53 | 11.69 | 200 | 5.14 | 10.70 | 6.26 | 7.92 |
| 325 | 51.12 | 27.19 | 18.03 | 39.15 | 325 | 14.35 | 19.03 | 16.31 | 16.69 |
| -325 | 32.85 | 55.37 | 72.03 | 44.11 | -325 | 76.90 | 64.07 | 72.87 | 70.48 |
| TOTAL | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | TOTAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Tabla N° 4.10. Análisis granulométrico celdas Ok5, RCS5, limpieza bulk y celdas unitarias

| OK5 - 2,3 | | | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Malla | 1er día | 2do día | 3er día | PROM |
| 50 | 0.03 | 0.10 | 0.57 | 0.07 |
| 60 | 0.03 | 0.03 | 0.53 | 0.03 |
| 100 | 0.60 | 0.67 | 2.67 | 0.63 |
| 150 | 4.00 | 2.63 | 9.40 | 3.32 |
| 200 | 14.40 | 11.17 | 11.97 | 12.78 |
| 325 | 42.39 | 32.10 | 18.33 | 37.24 |
| -325 | 38.55 | 53.30 | 56.53 | 45.93 |
| TOTAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

| RCS5 - 2,3 | | | | |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Malla | 1er día | 2do día | 3er día | PROM |
| 50 | 0.06 | 0.72 | 0.28 | 0.39 |
| 60 | 0.19 | 0.36 | 0.28 | 0.27 |
| 100 | 3.15 | 3.37 | 5.37 | 3.26 |
| 150 | 7.35 | 12.52 | 11.03 | 9.93 |
| 200 | 9.78 | 16.25 | 12.59 | 13.02 |
| 325 | 15.96 | 19.25 | 17.68 | 17.60 |
| -325 | 63.51 | 47.53 | 52.76 | 55.52 |
| TOTAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

| OK5 - 4,5 | | | | |
|------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Malla | 1er día | 2do día | 3er día | PROM |
| 50 | 0.00 | 0.07 | 0.13 | 0.03 |
| 60 | 0.02 | 0.07 | 0.17 | 0.05 |
| 100 | 0.66 | 0.87 | 3.70 | 0.76 |
| 150 | 5.29 | 4.07 | 16.13 | 4.68 |
| 200 | 19.58 | 17.27 | 16.07 | 18.43 |
| 325 | 27.82 | 34.00 | 19.03 | 30.91 |
| -325 | 46.63 | 43.67 | 44.77 | 45.15 |
| TOTAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |

| RCS5 - 4,5 | | | | |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Malla | 1er día | 2do día | 3er día | PROM |
| 50 | 0.11 | 0.79 | 0.29 | 0.45 |
| 60 | 0.22 | 0.45 | 0.53 | 0.34 |
| 100 | 3.43 | 3.39 | 8.07 | 3.41 |
| 150 | 6.30 | 10.75 | 14.93 | 8.52 |
| 200 | 10.06 | 15.16 | 14.50 | 12.61 |
| 325 | 20.55 | 20.48 | 20.06 | 20.51 |
| -325 | 59.34 | 48.98 | 41.61 | 54.16 |
| TOTAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

| CONCENTRADO BULK | | | | |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Malla | 1er día | 2do día | 3er día | PROM |
| 50 | 0.00 | 0.10 | 0.03 | 0.05 |
| 60 | 0.03 | 0.17 | 0.07 | 0.10 |
| 100 | 0.78 | 1.83 | 1.57 | 1.31 |
| 150 | 2.97 | 6.43 | 7.00 | 4.70 |
| 200 | 6.84 | 10.47 | 12.40 | 8.66 |
| 325 | 25.46 | 22.37 | 23.50 | 23.91 |
| -325 | 63.92 | 58.63 | 55.43 | 61.28 |
| TOTAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

| RELAVE LIMPIEZA BULK | | | | |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Malla | 1er día | 2do día | 3er día | PROM |
| 50 | 0.03 | 0.00 | 0.40 | 0.01 |
| 60 | 0.03 | 0.00 | 0.32 | 0.01 |
| 100 | 0.38 | 0.70 | 2.25 | 0.54 |
| 150 | 2.80 | 3.73 | 9.94 | 3.26 |
| 200 | 14.47 | 12.53 | 13.47 | 13.50 |
| 325 | 45.75 | 36.03 | 19.41 | 40.89 |
| -325 | 36.55 | 47.00 | 54.21 | 41.77 |
| TOTAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

| CU 1500 L1 | | | | |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Malla | 1er día | 2do día | 3er día | PROM |
| 50 | 0.22 | 0.00 | 0.27 | 0.11 |
| 60 | 0.24 | 0.10 | 0.27 | 0.17 |
| 100 | 4.15 | 0.23 | 0.67 | 2.19 |
| 150 | 11.12 | 1.03 | 0.67 | 6.08 |
| 200 | 11.85 | 5.13 | 1.88 | 8.49 |
| 325 | 17.16 | 20.20 | 20.27 | 18.68 |
| -325 | 55.25 | 73.30 | 75.97 | 64.28 |
| TOTAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

| CU 1500 L2 | | | | |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Malla | 1er día | 2do día | 3er día | PROM |
| 50 | 0.12 | 0.00 | 0.17 | 0.06 |
| 60 | 0.07 | 0.00 | 0.73 | 0.04 |
| 100 | 0.79 | 0.60 | 0.70 | 0.70 |
| 150 | 4.46 | 1.83 | 1.23 | 3.14 |
| 200 | 10.73 | 3.10 | 1.93 | 6.92 |
| 325 | 16.77 | 12.00 | 4.57 | 14.39 |
| -325 | 67.06 | 82.47 | 90.67 | 74.76 |
| TOTAL | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Se observa que el banco de celdas RCS-5 flota más finos que el banco de celdas OK.

Tabla N° 4.11. Reporte de leyes: muestreo de espumas flotación bulk. 2005

| Compósito de 4 días de muestreo | | | | | |
|--|--------------|-----------|--------------|-----------|-----------|
| 1er día | Primer Turno | | 3er día | 3° Turno | |
| 2do día | 2° Turno | | 4to día | 1° Turno | |
| LEYES LIMPIEZA BULK (%; onzas/TM) | | | | | |
| | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| Concentrado. Bulk | 99.35 | 11.91 | 35.18 | 11.32 | 12.22 |
| CU 1500 L1 | 136.00 | 10.02 | 49.15 | 5.66 | 7.81 |
| CU 1500 L2 | 142.43 | 14.4 | 36.91 | 4.04 | 12.62 |
| Relave Limpieza Bulk | 35.37 | 3.82 | 32.38 | 22.74 | 8.81 |

| LEYES de celdas OK5 (%; onzas/TM) | | | | | |
|--|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|
| | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| Celda 1 | 65.91 | 7.44 | 38.80 | 15.76 | 8.81 |
| Celda 2,3 | 46.94 | 6.52 | 26.38 | 22.84 | 10.02 |
| Celda 4,5 | 36.33 | 3.94 | 16.11 | 25.87 | 13.22 |

| LEYES de celdas RCS5 (%; onzas/TM) | | | | | |
|---|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|
| | Ag | Cu | Pb | Zn | Fe |
| Celda 1 | 123.46 | 11.75 | 40.93 | 7.58 | 10.62 |
| Celda 2,3 | 64.30 | 8.33 | 26.14 | 18.49 | 12.02 |
| Celda 4,5 | 42.44 | 5.07 | 14.02 | 26.37 | 14.02 |

Con este resultado se está confirmando el mejoramiento del grado del concentrado bulk comparado con resultados anteriores

La buena depresión del zinc en las celdas unitarias es otra de las mejores observadas (5,66% y 4,04%) es por el efecto del complejo oxido de zinc/cianuro de sodio. Los valores anteriormente en planta están entre 5 y 7% en el 2004 y 11% en el 2003

También se confirma que en el relave bulk, el contenido de plomo es relativamente alto (32,38%), en comparación al grado obtenido (35,18%).

El grado de cobre en las espumas de las celdas OK-5 y RCS-5 tienen tendencias a valores altos, especialmente en el circuito 2 (RCS)

Las celdas RCS, concentran mejor el cobre y como consecuencia de ello es que la concentración (grado) de plata es mayor

Observaciones:

1. El mayor grado de cobreen las primeras espumas de las celdas unitarias y celdas Ok ó RCS conllevan a una mejor recuperación.
2. Conviene bajar el valor de plomo en el relave de la limpieza bulk (si las espumas de las celdas OK5-2,3 y RCS5-2,3 tienen valores de 26,38 y 26,14, y el relave de la limpieza bulk tiene 32,38, quiere decir que se está enriqueciendo el relave más que las espumas de las celdas 2,3 (Ok y RCS). Hay que mejorar la eficiencia de las celdas subA30 de la limpieza bulk.
3. Los anteriores muestreos muestran la misma tendencia.
4. Los valores de zinc en las celdas OK y RCS son más aceptables.
5. El contenido de hierro en las espumas va a ser proporcional al cobre recuperado.
6. Vale la pena trabajar con el complejo óxido de zinc/cianuro de sodio, esto en mejora de la calidad del concentrado bulk.

Un análisis del circuito de limpieza bulk muestra los siguientes resultados:

Tabla N° 4.12. Análisis del circuito de limpieza bulk muestra los siguientes resultados

| | LEYES (%) | | | |
|-----------------------------|-----------|-------|------|-------|
| | Cu | Pb | Zn | Fe |
| Concentrado. Bulk | 20.43 | 23.96 | 7.28 | 17.03 |
| CU 1500 L1 | 5.39 | 58.07 | 4.95 | 5.21 |
| CU 1500 L2 | 11.75 | 46.73 | 3.74 | 9.42 |
| Relave Limpieza Bulk | 6.11 | 26.82 | 19.6 | 11.62 |

Del cuadro podemos observar:

El comportamiento del cobre es diferente

El % de zinc en los concentrados es menor a los valores típicos vistos en planta.

El efecto del complejo oxido de zinc/cianuro de sodio mejora la depresión del zinc.

En las celdas unitarias los valores típicos eran sobre el 5%

Los muestreos arrojan valores similares durante las pruebas con el complejo.

CAPITULO V
RESULTADOS METALÚRGICOS

5.1 Pruebas iniciales de optimización

Tabla N° 5.1. Resultados de pruebas de optimización

| Prueba No. | Fecha | Producto | Masa (%) | LEYES (%; onza/TM) | | | | % Distribución | | | |
|------------|---------------|----------------------------------|----------|--------------------|-------|-------|--------|----------------|--------|--------|----|
| | | | | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| LH19 | 8 Abril 2005 | Concentrado de Cu | 1.53 | 24.50 | 4.28 | 9.38 | 172.50 | 67.80 | 3.90 | 1.50 | - |
| | | Concentrado de Pb (relave de Cu) | 2.59 | 1.22 | 50.10 | 8.30 | 63.70 | 2.70 | 77.00 | 2.30 | - |
| | | Concentrado de Zn. | 14.46 | 0.49 | 0.73 | 58.80 | 2.82 | 12.80 | 6.30 | 90.00 | - |
| | | Relave de Zn Combinado. | 81.42 | 0.09 | 0.26 | 0.73 | - | 13.70 | 12.80 | 6.20 | - |
| | | Alimentación (calculada) | 100.00 | 0.55 | 1.68 | 9.47 | 6.41 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | - |
| LH20 | 9 Abril 2005 | Concentrado de Cu. | 1.61 | 27.10 | 2.68 | 8.08 | - | 70.00 | 2.40 | 1.10 | - |
| | | Concentrado de Pb (relave de Cu) | 2.77 | 1.64 | 57.30 | 11.50 | - | 7.30 | 82.80 | 2.80 | - |
| | | Concentrado de Zn. | 18.12 | 0.45 | 0.63 | 57.60 | - | 13.00 | 6.00 | 91.30 | - |
| | | Relave de Zn Combinado. | 77.50 | 0.08 | 0.22 | 0.71 | - | 9.70 | 8.80 | 4.80 | - |
| | | Alimentación (calculada) | 100.00 | 0.62 | 1.92 | 11.43 | - | 100.00 | 100.00 | 100.00 | - |
| LH23 | 11 Abril 2005 | Concentrado de Cu | 1.15 | 26.10 | 5.16 | 8.01 | 137.00 | 58.50 | 4.20 | 0.90 | - |
| | | Concentrado de Pb (relave de Cu) | 1.61 | 1.66 | 62.80 | 11.10 | 38.60 | 5.30 | 72.00 | 1.70 | - |
| | | Concentrado de Zn. | 16.71 | 0.74 | 0.78 | 57.10 | - | 24.30 | 9.30 | 93.00 | - |
| | | Relave de Zn Combinado. | 80.53 | 0.08 | 0.25 | 0.57 | - | 11.90 | 14.50 | 4.40 | - |
| | | Alimentación (calculada) | 100.00 | 0.51 | 1.41 | 10.27 | - | 100.00 | 100.00 | 100.00 | - |

Resultados metalúrgicos obtenidos en el circuito completo

En estas pruebas la recuperación de plomo en el concentrado de plomo variaba de 72% a 82% Pb, y el cobre de 58.5% a 70% Cu. La recuperación de zinc, de 90% a 93% Zn.

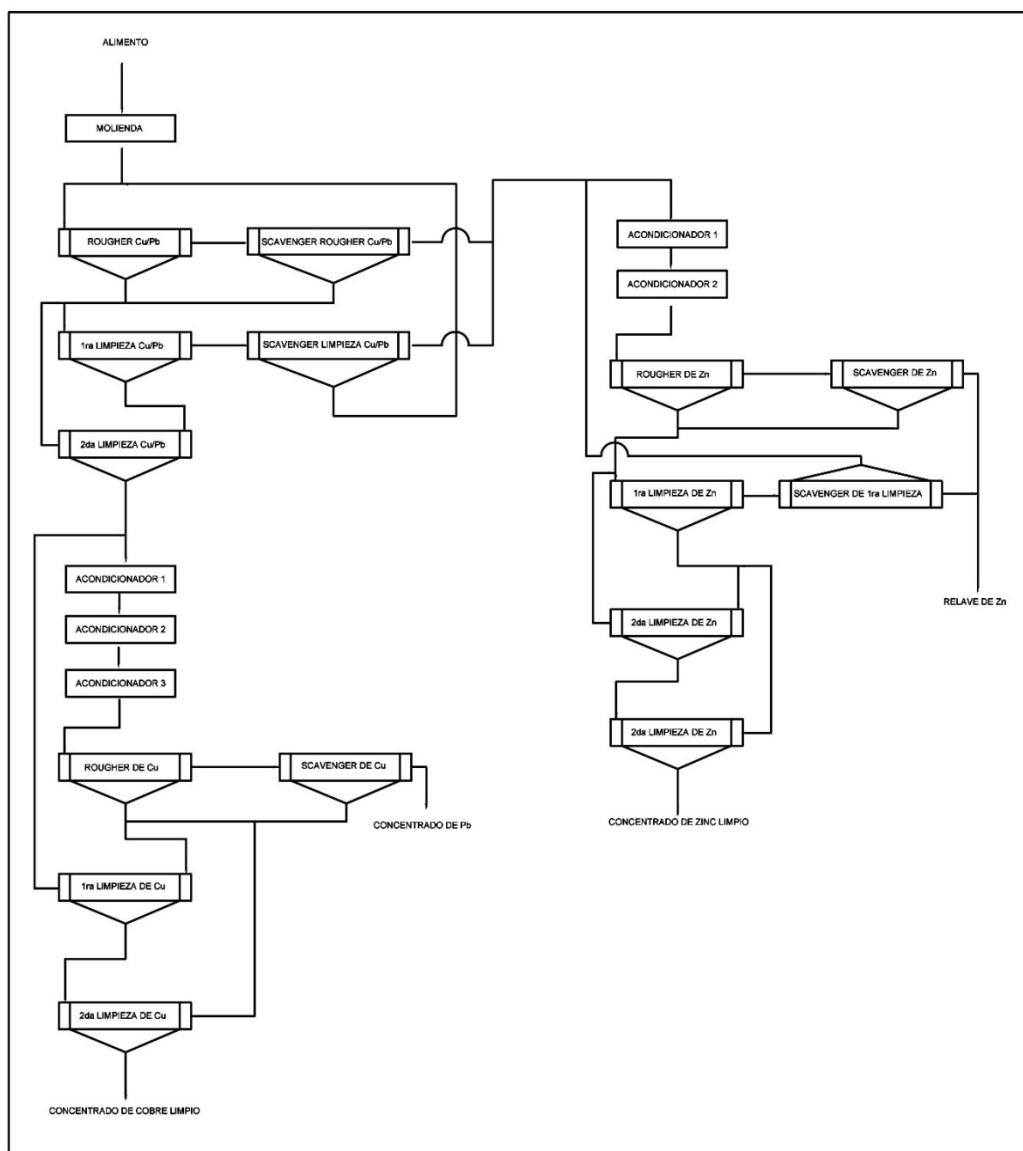


Figura N° 5.1. Diagrama de flujo usado en las pruebas de ciclo cerrado

Pruebas de ciclo cerrado de separación cobre-plomo

Pruebas de ciclo cerrado en base a carbón activado y depresor BFC1

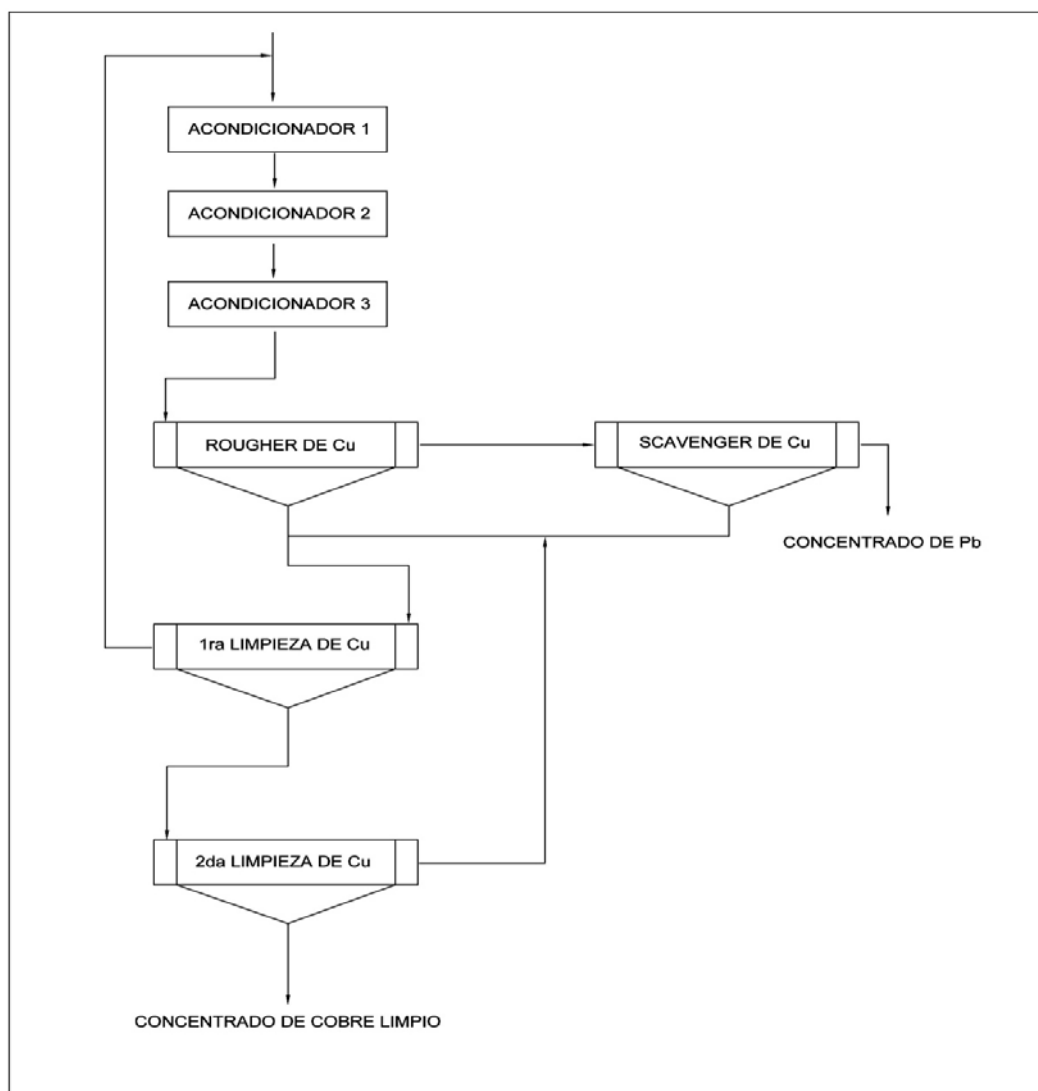


Figura 5.2. Flowsheet usada en las pruebas de ciclo cerrado

El diagrama de flujo usado en la separación cobre-plomo implica

- a) acondicionamiento por etapas de la alimentación de la separación cobre-plomo con reactivos, seguido de flotación en *rougher* y *scavenger* de cobre
- b) concentrado de cobre de limpieza (*cleaning*) en las tres etapas de limpieza (*cleaning*).

Se llevaron a cabo un total de tres ciclos cerrados en la alimentación de la separación cobre-plomo de la planta entre el 7 de abril y el 12 de abril del 2005. De los resultados obtenidos se sacan las siguientes conclusiones:

Excelente separación cobre-plomo usando sistema de carbón activado BFC-1 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$. La operación de este sistema de separación fue bastante simple y se produjeron resultados metalúrgicos consistentes.

Tabla N° 5.2. Resultados de las pruebas de ciclo cerrado Cu/Pb realizadas en alimentación a la separación Cu/Pb

| Prueba No. | Fecha | Producto | Masa (%) | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|------------|---------------|----------------------------------|----------|---------------------|-------|-------|--------|----------------|--------|--------|--------|
| | | | | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| LH18 | 7 Abril 2005 | Concentrado de Cu. | 30.50 | 29.82 | 3.87 | 5.84 | 151.40 | 89.00 | 2.30 | 31.50 | 61.10 |
| | | Concentrado de Pb (relave de Cu) | 69.50 | 1.62 | 73.50 | 5.58 | 42.30 | 11.00 | 97.70 | 68.50 | 38.90 |
| | | Alimentación (calculada) | 100.0 | 10.22 | 52.37 | 5.66 | 75.60 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| LH22 | 8 Abril 2005 | Concentrado de Cu. | 38.32 | 30.94 | 2.41 | 5.27 | 94.40 | 88.20 | 1.70 | 30.30 | 47.90 |
| | | Concentrado de Pb (relave de Cu) | 67.15 | 2.02 | 68.50 | 5.93 | 50.30 | 11.80 | 98.30 | 69.70 | 52.10 |
| | | Alimentación (calculada) | 100.0 | 11.52 | 46.79 | 5.71 | 64.80 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| LH28 | 12 Abril 2005 | Concentrado de Cu. | 28.15 | 27.93 | 3.31 | 6.97 | 97.70 | 87.50 | 2.10 | 19.30 | 38.20 |
| | | Concentrado de Pb (relave de Cu) | 71.85 | 1.57 | 59.72 | 11.41 | 61.80 | 12.50 | 97.90 | 80.70 | 61.80 |
| | | Alimentación (calculada) | 100.0 | 8.99 | 43.84 | 10.16 | 71.90 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

La eficiencia de la separación cobre-plomo no fue sensible a la calidad de la alimentación de la separación cobre-plomo.

El contenido de plomo del concentrado de cobre variaba de 2.4% a 3.87% Pb. El contenido de cobre del concentrado de plomo fue de 2.0% Cu y puede ser efectivamente controlado cambiando los niveles de carbón activado. A diferencia del bicromato el depresor BFC1 no afecta la flotabilidad del cobre.

Separación Cobre-Plomo en base al sistema de carbón activado – dextrina

Se llevaron a cabo pruebas de ciclo cerrado usando dextrina y el depresor BFC1.

Tabla N° 5.3. Efecto de dextrina sobre la separación Cu/Pb

| Prueba No. | Depresor Usado | Producto | Masa (%) | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|------------|---|----------------------------------|----------|---------------------|-------|-------|--------|----------------|--------|--------|--------|
| | | | | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| LH27 | Dextrina y Na ₂ S ₂ O ₅ | Concentrado de Cu. | 33.40 | 26.65 | 8.15 | 7.23 | 123.90 | 88.30 | 6.20 | 26.30 | 60.20 |
| | | Concentrado de Pb (relave de Cu) | 66.60 | 1.78 | 61.43 | 10.16 | 41.10 | 11.70 | 93.80 | 73.70 | 39.80 |
| | | Alimentación (calculada) | 100.00 | 10.09 | 43.63 | 9.18 | 68.70 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| LH28 | Reactivo BFC1 y Na ₂ S ₂ O ₅ | Concentrado de Cu. | 28.15 | 27.93 | 3.31 | 6.97 | 97.72 | 87.50 | 2.10 | 19.30 | 38.20 |
| | | Concentrado de Pb (relave de Cu) | 71.85 | 1.57 | 59.72 | 11.41 | 61.70 | 12.50 | 97.90 | 80.70 | 61.80 |
| | | Alimentación (calculada) | 100.00 | 8.99 | 43.84 | 10.16 | 71.90 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

El uso de dextrina en la separación cobre-plomo no fue tan efectivo como el reactivo BFC1. Sin embargo, hay una posibilidad de reemplazar el bicromato con la dextrina específica, que se desarrolla para la separación cobre-plomo. Sin embargo, se requerirá de más trabajos de desarrollo.

5.2 La mezcla BFC1

(Preparación de una nueva dosificación en los reactivos) julio - agosto 2005

Se añade a la mezcla el carboximetilcelulosa (CMC), se probaron diferentes concentraciones en el laboratorio y a nivel de planta, actualmente en la preparación del CMC no se presentan dificultades (concentración máxima permitida 2%), por encima de este porcentaje el motor de agitador incrementa el consumo de la corriente

BFC1 solución A 4% 120kg de BFC1 para 3000L de solución.

Solución **B** 3,33% 100kg de BFC1 para 3000L de solución.

Solución **C** 3,20% 96kg de BFC1 para 3000L de solución.

Tabla N° 5.4. Preparación de BFC1

| BFC1 | % | A | B | C | % |
|---------------------------|-----|-------|-------|------|--------|
| | | 120kg | 100kg | 96kg | |
| CMC | 16 | 19,2 | 16 | 12 | 12,5 |
| Bicromato | 59 | 70,8 | 59 | 59 | 61,5 |
| Fosfato monosódico | 25 | 30 | 25 | 25 | 26 |
| | 100 | 120 | 100 | 96 | 100.00 |

La solución **A**, se bajo de concentración porque presento problemas en el espesador de plomo.

A la solución **B**, se le disminuyo la dosis de CMC en 25%, porque el problema en el espesador de plomo permanece aunque en menor grado; resultado la solución **C** cuya composición es la que aparece en el cuadro anterior. Esta solución es la que se usará hasta la aplicación de la mezcla con dextrina.

Carbón activado

20kg de carbón en 1100L de agua (una bolsa tiene una masa de 20kg)

No se presento problemas con la solución tampoco en la alimentación a los clarkson. Posteriormente se observo que la manguera de alimentación del clarkson al acondicionador se obstruía cada cierto tiempo (se cambio el diámetro de la manguera de alimentación).

3894

Solución A: 2%

Solución B: 1%

Solución C: 0,50%

La solución a resultó muy fuerte, ya que el consumo es bajo.

La solución B aun es fuerte.

Con la solución C se ha obtenido mayor estabilidad en el circuito

Metabisulfito de sodio

Se preparó 25kg en 1100L, la solución resultante fue de 2,27%

Cada bolsa de metabisulfito tiene una masa de 25kg.

5.3 Evaluación de un método alternativo de separación Cu/Pb

Durante el periodo de cuatro días se llevaron a cabo una serie de cinco pruebas de ciclo cerrado en las cuales se usó el método sin Cromo. Las condiciones y resultados para estas pruebas se resumen en la tabla No. 5.5.

Tabla N° 5.5. Pruebas de flotación con dextrina

| Prueba No. | Método de Separación | Producto | Masa (%) | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|------------|-------------------------|--------------------|----------|---------------------|--------------|--------------|-------|----------------|-------|-------|-------|
| | | | | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| C1 | Dextrina H31 P1S | Concentrado de Cu. | 24.67 | 26.4 | 7.50 | 5.33 | 197.0 | 81.7 | 4.2 | 15.4 | 58.5 |
| | | Concentrado de Pb. | 75.33 | 1.94 | 56.28 | 9.62 | 45.8 | 18.3 | 95.8 | 84.6 | 41.5 |
| | | Cabeza calculada | 100.0 | 7.97 | 44.25 | 8.56 | 83.1 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| C2 | Dextrina P25 | Concentrado de Cu. | 23.00 | 25.63 | 8.99 | 4.41 | 20.0 | 78.6 | 4.2 | 12.5 | 61.4 |
| | | Concentrado de Pb. | 77.00 | 2.09 | 61.20 | 9.22 | 38.0 | 21.4 | 95.8 | 87.5 | 38.6 |
| | | Cabeza calculada | 100.00 | 7.50 | 49.19 | 8.12 | 75.7 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| C3 | Dextrina RSO-1 | Concentrado de Cu. | 58.49 | 17.10 | 29.52 | 6.52 | 35.49 | 87.0 | 40.5 | 64.7 | 79.1 |
| | | Concentrado de Pb. | 41.51 | 3.59 | 60.98 | 5.01 | 13.20 | 13.0 | 59.5 | 35.3 | 20.9 |
| | | Cabeza calculada | 100.00 | 11.49 | 42.58 | 5.90 | 26.24 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| C4 | Dextrina RPM-2 | Concentrado de Cu. | 47.53 | 23.15 | 7.19 | 10.85 | 28.10 | 88.1 | 9.2 | 70.4 | 80.4 |
| | | Concentrado de Pb. | 52.47 | 28.3 | 64.42 | 4.11 | 62.2 | 11.9 | 90.8 | 29.6 | 19.6 |
| | | Cabeza calculada | 100.00 | 12.49 | 37.21 | 7.33 | 166.2 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| C5 | BFC-4 | Concentrado de Cu. | 30.89 | 19.5 | 19.6 | 9.11 | - | 86.9 | 11.5 | 30.6 | - |
| | | Concentrado de Pb. | 59.11 | 1.31 | 67.16 | 9.24 | - | 13.1 | 88.5 | 69.4 | - |
| | | Cabeza calculada | 100.00 | 6.93 | 52.46 | 9.20 | - | 100.0 | 100.0 | 100.0 | - |

5.4. Resultados de las Pruebas Experimentales

Prueba No. C1

Propósito: Examinar el Sistema de Separación Dextrina H31 – OSO

Procedimiento: El que se muestra seguidamente.

Alimentación: 5x4 litros, alimentación de la separación Cu/Pb de la planta, muestreada el 29 de Septiembre de 2005

Condiciones:

Tabla N° 5.6. Prueba de flotación C1

| | Reactivos Añadidos, gr/tonelada | | | | | Tiempo, minutos | | | pH |
|----------------------------------|---------------------------------|------|-----|------|------|-----------------|--------|--------|-----|
| | H31 | OSO | C.A | 3894 | MIBC | Molienda | Acond. | Espuma | |
| Acondicionamiento 1 | - | 1500 | 150 | | | | 5 | | 6.0 |
| Acondicionamiento 2 | 300 | | | | | | 5 | | |
| Acondicionamiento 3 | 200 | 800 | | | 10 | | 5 | | 6.0 |
| Cu Rougher 1 | | | | | 4 | | 1 | 3 | |
| Cu Rougher 2 | | | | 4 | 4 | | 1 | 3 | |
| Cu 1st Cleaner | 200 | 300 | | | | | 1 | 3 | 6.0 |
| Cu 2nd Cleaner | 100 | 200 | | | | | 1 | 3 | |
| Cu 3rd Cleaner | 50 | 100 | | | | | 1 | 3 | |

Prueba No. C1

Tabla N° 5.7. Resultados de la prueba de flotación C1

| Producto | Masa | | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|--------------------------------|--------|-------|---------------------|-------|------|-------|----------------|------|------|------|
| | g | % | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| 1 Conc A Cu limpio | 47.5 | 0.93 | 25.6 | 10 | 3.96 | 214.3 | 3.0 | 0.2 | 0.4 | 2.5 |
| 2 Conc B Cu limpio | 41.6 | 0.82 | 27.4 | 9.09 | 3.85 | 159.7 | 2.8 | 0.2 | 0.4 | 1.6 |
| 3 Conc C Cu limpio | 62.7 | 1.23 | 27.2 | 11 | 4.42 | 203.6 | 4.2 | 0.3 | 0.6 | 3.1 |
| 4 Conc D Cu limpio | 286.1 | 5.62 | 26.2 | 6.91 | 5.24 | 196.1 | 18.5 | 0.8 | 3.4 | 13.7 |
| 5 Conc E Cu limpio | 112.9 | 2.22 | 26.9 | 9.05 | 5.55 | 199.3 | 7.5 | 0.4 | 1.4 | 5.5 |
| 6 Cola E Cu 3 rd Cl | 184.5 | 3.63 | 22.1 | 15.9 | 7.6 | 130.9 | 10.1 | 1.3 | 3.2 | 5.9 |
| 7 Cola E Cu 2 nd Cl | 282.8 | 5.56 | 17 | 24.6 | 8.84 | 167.8 | 11.9 | 3.0 | 5.7 | 11.6 |
| 8 Cola E Cu 1 st Cl | 389.5 | 7.66 | 25.8 | 15.8 | 4.73 | 138.3 | 24.8 | 2.6 | 4.2 | 13.2 |
| 9 Cola A Ro | 558.7 | 10.98 | 2.4 | 54.5 | 10.7 | 47.9 | 3.3 | 13.0 | 13.5 | 6.5 |
| 10 Cola B Ro | 687.9 | 13.52 | 1.87 | 58.7 | 9.76 | 48.9 | 3.2 | 17.2 | 15.2 | 8.2 |
| 11 Cola C Ro | 961.7 | 18.90 | 1.62 | 62.7 | 9.15 | 49.2 | 3.8 | 25.7 | 19.9 | 11.6 |
| 12 Cola D Ro | 861.2 | 16.93 | 1.99 | 58.1 | 9.76 | 51.4 | 4.2 | 21.3 | 19.0 | 10.8 |
| 13 Cola E Ro | 610.1 | 11.99 | 1.87 | 53.7 | 9.42 | 37.9 | 2.8 | 14.0 | 13.0 | 5.7 |
| Cabeza calculada | 5087.2 | 100.0 | 7.97 | 46.10 | 8.68 | 80.35 | 100.0 | 100 | 100 | 100 |

| Productos Combinados | Masa % | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|---------------------------|--------|---------------------|-------|------|-------|----------------|------|------|------|
| | | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| Conc A a E (1 a 5) Cu Cl | 10.83 | 26.5 | 8.25 | 4.99 | 196.4 | 36.0 | 1.9 | 6.2 | 26.5 |
| Cu Cl Productos (6 a 8) | 16.84 | 22.1 | 18.73 | 6.70 | 146.4 | 46.7 | 6.8 | 13.0 | 30.7 |
| Colas (9 a 13)Cu Ro | 72.33 | 1.91 | 58.14 | 9.69 | 47.6 | 17.4 | 91.2 | 80.8 | 42.8 |

Ciclos de Balance Proyectados D a E

| | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|------|------|
| Concentrado Cleaner Cu | 24.67 | 26.4 | 7.52 | 5.33 | 197.0 | 81.7 | 4.2 | 15.4 | 58.5 |
| Colas Cu Ro | 75.33 | 1.94 | 56.28 | 9.62 | 45.8 | 18.3 | 95.8 | 84.6 | 41.5 |
| Cabeza calculada | 100.0 | 7.97 | 44.25 | 8.56 | 83.1 | 100.0 | 100 | 100 | 100 |

Prueba No. C2

Propósito: Repetir las condiciones de la prueba C1 pero con adiciones menores de depresor

Procedimiento: El que se muestra seguidamente

Alimentación: 5x4 litros, pulpa de Planta muestreada el 29 de Septiembre de 2005 a las 8.00 a.m.

Condiciones:

Tabla N° 5.8. Prueba de flotación C2

| | Reactivos Añadidos, gr/tonelada | | | | | Tiempo, minutos | | | pH |
|----------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|-----------------|--------|--------|----|
| | H31 | OSO | C.A. | 3894 | MIBC | Molienda | Acond. | Espuma | |
| Acondicionamiento 1 | | 1500 | 150 | | | | 5 | | |
| Acondicionamiento 2 | 200 | | | | | | 5 | | |
| Acondicionamiento 3 | 100 | 500 | | | | | 5 | | 6 |
| Cu Rougher 1 | | | | | 4 | | 1 | 3 | |
| Cu Rougher 2 | | | | 4 | 4 | | 1 | 3 | |
| Cu 1st Cleaner | 100 | 300 | | | | | 1 | 3 | |
| Cu 2nd Cleaner | 100 | 200 | | | | | 1 | 3 | |
| Cu 3rd Cleaner | 50 | 100 | | | | | 1 | 3 | |

Resultados de Pruebas Cíclicas

Prueba No. C2

Tabla N° 5.9. Resultados de la prueba de flotación C2

| Producto | Masa | | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|--------------------------------|--------|-------|---------------------|-------|------|-------|----------------|------|------|------|
| | g | % | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| 1 Conc A Cu limpio | 148 | 2.77 | 26.2 | 13.5 | 4.73 | 182.2 | 9.7 | 0.8 | 1.6 | 6.8 |
| 2 Conc B Cu limpio | 106.4 | 1.99 | 24.5 | 13.7 | 5.19 | 171.5 | 6.5 | 0.6 | 1.3 | 4.6 |
| 3 Conc C Cu limpio | 158.9 | 2.98 | 26.3 | 13.4 | 4.98 | 177.9 | 10.4 | 0.8 | 1.8 | 7.1 |
| 4 Conc D Cu limpio | 94.4 | 1.77 | 24.8 | 9.49 | 4.06 | 188.6 | 5.8 | 0.4 | 0.9 | 4.5 |
| 5 Conc E Cu limpio | 213.9 | 4.01 | 26 | 8.77 | 4.57 | 207.9 | 13.9 | 0.7 | 2.2 | 11.2 |
| 6 Cola E Cu 3 rd Cl | 384.4 | 7.20 | 18.2 | 11 | 3.8 | 120.5 | 17.5 | 1.7 | 3.3 | 11.7 |
| 7 Cola E Cu 2 nd Cl | 437.2 | 8.19 | 10.6 | 38.9 | 7.81 | 119.6 | 11.6 | 6.7 | 7.8 | 13.2 |
| 8 Cola E Cu 1 st Cl | 671.3 | 12.57 | 5.77 | 51.8 | 8.43 | 94.2 | 9.7 | 13.8 | 12.9 | 15.9 |
| 9 Cola A Ro | 461.5 | 8.64 | 2.36 | 59 | 9.97 | 46.3 | 2.7 | 10.8 | 10.5 | 5.4 |
| 10 Cola B Ro | 507.6 | 9.51 | 2.07 | 59.6 | 9.25 | 19.9 | 2.6 | 12.0 | 10.7 | 2.5 |
| 11 Cola C Ro | 752.5 | 14.09 | 1.22 | 59.8 | 10.3 | 19.3 | 2.3 | 17.8 | 17.6 | 3.7 |
| 12 Cola D Ro | 620.3 | 11.62 | 2.56 | 58.8 | 9.45 | 31.8 | 4.0 | 14.4 | 13.3 | 5.0 |
| 13 Cola E Ro | 783 | 14.66 | 1.71 | 63.1 | 9.04 | 42.8 | 3.3 | 19.5 | 16.1 | 8.4 |
| Cabeza calculada | 5339.4 | 100.0 | 7.50 | 47.33 | 8.23 | 74.3 | 100 | 100 | 100 | 100 |

| Productos Combinados | Masa % | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|---------------------------|--------|---------------------|-------|------|-------|----------------|------|------|------|
| | | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| Conc A a E (1 a 5) Cu Cl | 13.51 | 25.73 | 11.58 | 4.72 | 188.1 | 46.4 | 3.3 | 7.8 | 34.2 |
| Cu Cl Productos (6 a 8) | 27.96 | 10.39 | 37.52 | 7.06 | 108.4 | 38.7 | 22.2 | 24.0 | 40.8 |
| Colas (9 a 13)Cu Ro | 58.53 | 1.92 | 60.28 | 9.60 | 31.8 | 14.9 | 74.5 | 68.3 | 25.0 |

| Ciclos de Balance Proyectados D a E | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| Concentrado Cleaner Cu | 23.00 | 25.63 | 8.99 | 4.41 | 202.0 | 78.6 | 4.2 | 12.5 | 61.4 |
| Colas Cu Ro | 77.00 | 2.09 | 61.20 | 9.22 | 37.9 | 21.4 | 95.8 | 87.5 | 38.6 |
| Cabeza calculada | 100.00 | 7.50 | 49.19 | 8.12 | 75.7 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Prueba No. C3

Propósito: Examinar el efecto de mayor pH en la flotación de cobre utilizando el método de separación Dextrina OSO

Procedimiento: El que se muestra seguidamente

Alimentación: 5x4 litros, alimentación de la separación Cu/Pb de Planta, muestreada el 30 de Septiembre de 2005 a las 8.00 a.m.

Condiciones:

Tabla N° 5.10. Prueba de flotación C3

| | Reactivos Añadidos, gr/tonelada | | | | | Tiempo, minutos | | | pH |
|----------------------------------|---------------------------------|------|-----|------|------|-----------------|--------|--------|-----|
| | H31 | OSO | A.C | 3894 | MIBC | Molienda | Acond. | Espuma | |
| Acondicionamiento 1 | | 1000 | 150 | | | | 5 | | 7.5 |
| Acondicionamiento 2 | 200 | | | | | | 5 | | |
| Acondicionamiento 3 | 100 | 300 | | | 10 | | 5 | | 7.8 |
| Cu Rougher 1 | | | | | 4 | | 1 | 3 | |
| Cu Rougher 2 | | | | 4 | 4 | | 1 | 3 | |
| Cu 1st Cleaner | 100 | 200 | | | | | 2 | 3 | 7.5 |
| Cu 2nd Cleaner | 100 | 100 | | | | | 2 | 3 | 7.5 |
| Cu 3rd Cleaner | 50 | - | | | | | 2 | 3 | 7.5 |

Resultados de Pruebas Cíclicas

Prueba No. C3

Tabla N° 5.11. Resultados de la prueba de flotación C3

| Producto | Masa | | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|--------------------------------|--------|-------|---------------------|-------|------|-------|----------------|------|------|------|
| | g | % | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| 1 Conc A Cu limpio | 73.7 | 2.39 | 23.7 | 4.04 | 6.88 | 202.6 | 4.9 | 0.2 | 2.1 | 2.6 |
| 2 Conc B Cu limpio | 94.7 | 3.07 | 21.5 | 7.07 | 8.48 | 251.9 | 5.7 | 0.6 | 3.3 | 4.2 |
| 3 Conc C Cu limpio | 236.5 | 7.66 | 18.4 | 24.1 | 7.96 | 320.4 | 12.3 | 4.8 | 7.7 | 13.2 |
| 4 Conc D Cu limpio | 387.5 | 12.56 | 17.1 | 28.6 | 6.17 | 378.3 | 18.7 | 9.3 | 9.8 | 25.6 |
| 5 Conc E Cu limpio | 239.8 | 7.77 | 17.1 | 31 | 7.09 | 317.2 | 11.6 | 6.2 | 7.0 | 13.3 |
| 6 Cola E Cu 3 rd Cl | 117.4 | 3.80 | 10.6 | 37.3 | 8.84 | 51.8 | 3.5 | 3.7 | 4.3 | 1.1 |
| 7 Cola E Cu 2 nd Cl | 136.6 | 4.43 | 8.57 | 38.9 | 10.3 | 78.1 | 3.3 | 4.4 | 5.8 | 1.9 |
| 8 Cola E Cu 1 st Cl | 78.1 | 2.53 | 8.98 | 45 | 8.73 | 65.6 | 2.0 | 2.9 | 2.8 | 0.9 |
| 9 Cola A Ro | 412.4 | 13.37 | 7.52 | 47.8 | 8.63 | 135.4 | 8.7 | 16.5 | 14.6 | 9.7 |
| 10 Cola B Ro | 440.8 | 14.29 | 10.5 | 38.5 | 10.5 | 121.5 | 13.1 | 14.2 | 19.0 | 9.3 |
| 11 Cola C Ro | 295.7 | 9.58 | 12.5 | 32.4 | 9.97 | 98.1 | 10.4 | 8.0 | 12.1 | 5.1 |
| 12 Cola D Ro | 315.9 | 10.24 | 3.21 | 60.8 | 4.83 | 130.5 | 2.9 | 16.1 | 6.2 | 7.2 |
| 13 Cola E Ro | 256.5 | 8.31 | 4.06 | 61.2 | 5.24 | 133.8 | 2.9 | 13.1 | 5.5 | 6.0 |
| Cabeza calculada | 3085.6 | 100.0 | 11.49 | 38.75 | 7.91 | 185.7 | 100 | 100 | 100 | 100 |

| Productos Combinados | Masa % | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|---------------------------|--------|---------------------|-------|------|-------|----------------|------|------|------|
| | | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| Conc A a E (1 a 5) Cu Cl | 33.45 | 18.27 | 24.40 | 7.06 | 326.7 | 53.2 | 21.1 | 29.8 | 58.8 |
| Cu Cl Productos (6 a 8) | 10.76 | 9.38 | 39.77 | 9.41 | 65.9 | 8.8 | 11.0 | 12.8 | 3.8 |
| Colas (9 a 13)Cu Ro | 55.78 | 7.83 | 47.16 | 8.14 | 124.3 | 38.0 | 67.9 | 57.4 | 37.3 |

| Ciclos de Balance Proyectados D a E | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| Concentrado Cleaner Cu | 58.49 | 17.10 | 29.52 | 6.52 | 354.9 | 87.0 | 40.5 | 64.7 | 79.1 |
| Colas Cu Ro | 41.51 | 3.59 | 60.98 | 5.01 | 132.0 | 13.0 | 59.5 | 35.3 | 20.9 |
| Cabeza calculada | 100.00 | 11.49 | 42.58 | 5.90 | 262.4 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Prueba No. C4

Propósito: Repetir las condiciones de la Prueba C1 pero utilizando dispersante TAMOL 819

Procedimiento: El que se muestra seguidamente

Alimentación: 5x4 litros, pulpa de Planta muestreada el 01 de Octubre de 2005 a las 8.30 a.m.

Condiciones:

Tabla N° 5.12. Prueba de flotación C4

| | Reactivos Añadidos, gr/tonelada | | | | | Tiempo, minutos | | | pH |
|----------------------------------|---------------------------------|--------------|-----|------|------|-----------------|--------|--------|-----|
| | H31 | Tamol 819 | C.A | 3894 | MIBC | Molienda | Acond. | Espuma | |
| Acondicionamiento 1 | | 50 | 150 | 1500 | | | 5 | | |
| Acondicionamiento 2 | 300 | | | | | | 5 | | |
| Acondicionamiento 3 | 200 | | | 500 | 10 | | 5 | | 6.0 |
| Cu Rougher 1 | | | | | 4 | | 1 | 3 | |
| Cu Rougher 2 | | | | 4 | 4 | | 1 | 3 | |
| Cu 1st Cleaner | 200 | 30 | 300 | | | | 2 | 3 | 6.0 |
| Cu 2nd Cleaner | 100 | 20 | 200 | | | | 2 | 3 | 6.0 |
| Cu 3rd Cleaner | 50 | 20 | 100 | | | | 2 | 3 | 6.0 |

Resultados de Pruebas Cíclicas

Prueba No. C4

Tabla N° 5.13. Resultados de la prueba de flotación C4

| Producto | Masa | | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|--------------------------------|--------|-------|---------------------|-------|------|--------|----------------|------|------|------|
| | g | % | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| 1 Conc A Cu limpio | 195 | 7.21 | 22.1 | 5.41 | 12 | 260.4 | 12.8 | 1.1 | 11.0 | 11.7 |
| 2 Conc B Cu limpio | 212.5 | 7.85 | 21.1 | 6.67 | 12.6 | 235.77 | 13.3 | 1.4 | 12.6 | 11.5 |
| 3 Conc C Cu limpio | 252.9 | 9.35 | 23.1 | 6.1 | 11.1 | 276.5 | 17.3 | 1.6 | 13.2 | 16.1 |
| 4 Conc D Cu limpio | 246.4 | 9.11 | 23.1 | 6.1 | 11.4 | 270.1 | 16.8 | 1.5 | 13.2 | 15.3 |
| 5 Conc E Cu limpio | 286.2 | 10.58 | 23.2 | 8.12 | 10.4 | 290.4 | 19.7 | 2.4 | 14.0 | 19.1 |
| 6 Cola E Cu 3 rd Cl | 25.9 | 0.96 | 18.8 | 6.3 | 12.8 | 189.7 | 1.4 | 0.2 | 1.6 | 1.1 |
| 7 Cola E Cu 2 nd Cl | 48.9 | 1.81 | 19.4 | 14.2 | 11.6 | 234.7 | 2.8 | 0.7 | 2.7 | 2.6 |
| 8 Cola E Cu 1 st Cl | 81.9 | 3.03 | 17.1 | 24.8 | 9.09 | 246.5 | 4.1 | 2.1 | 3.5 | 4.6 |
| 9 Cola A Ro | 231.1 | 8.54 | 3.33 | 63.5 | 5.24 | 23.2 | 2.3 | 14.9 | 5.7 | 1.2 |
| 10 Cola B Ro | 192.5 | 7.12 | 3.17 | 64.5 | 4.93 | 70.7 | 1.8 | 12.6 | 4.5 | 3.1 |
| 11 Cola C Ro | 299.7 | 11.08 | 2.72 | 66.7 | 4.11 | 63 | 2.4 | 20.3 | 5.8 | 4.3 |
| 12 Cola D Ro | 299.7 | 11.08 | 3.17 | 63.1 | 4.62 | 66.9 | 2.8 | 19.2 | 6.5 | 4.6 |
| 13 Cola E Ro | 332.6 | 12.29 | 2.52 | 65.6 | 3.7 | 57.9 | 2.5 | 22.1 | 5.8 | 4.4 |
| Cabeza calculada | 2705.3 | 100.0 | 12.49 | 36.43 | 7.86 | 160.5 | 100 | 100 | 100 | 100 |

| Productos Combinados | Masa % | Leyes (%; onza/TM) | | | | % Distribución | | | |
|---------------------------|--------|--------------------|-------|-------|-------|----------------|------|------|------|
| | | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| Conc A a E (1 a 5) Cu Cl | 44.10 | 22.6 | 6.57 | 11.41 | 268.6 | 79.8 | 8.0 | 64.0 | 73.8 |
| Cu Cl Productos (6 a 8) | 5.79 | 18.1 | 18.43 | 10.49 | 233.4 | 8.4 | 2.9 | 7.7 | 8.4 |
| Colas (9 a 13)Cu Ro | 50.11 | 2.94 | 64.78 | 4.43 | 56.9 | 11.8 | 89.1 | 28.3 | 17.8 |

| Ciclos de Balance Proyectados D a E | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| Concentrado Cleaner Cu | 47.53 | 23.15 | 7.19 | 10.86 | 281.0 | 88.1 | 9.2 | 70.4 | 80.4 |
| Colas Cu Ro | 52.47 | 2.83 | 64.42 | 4.14 | 62.2 | 11.9 | 90.8 | 29.6 | 19.6 |
| Cabeza calculada | 100.0 0 | 12.49 | 37.21 | 7.33 | 166.2 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Prueba No. C5

Propósito: Examinar el efecto del depresor BFC en la separación Cu/Pb

Procedimiento: El que se muestra seguidamente

Alimentación: 5x4 litros, alimentación de la separación Cu/Pb de Planta muestreada el 02 de Octubre de 2005 a las 11:00 a.m.

Condiciones:

Tabla N° 5.14. Prueba de flotación C5

| | Reactivos Añadidos, gr/tonelada | | | | | Tiempo, minutos | | | pH |
|----------------------------------|---------------------------------|------|---|------|------|-----------------|--------|--------|-----|
| | H31 | BFC3 | Na ₂ S ₂ O ₅ | 3894 | MIBC | Molienda | Acond. | Espuma | |
| Acondicionamiento 1 | 150 | 200 | | | | | 5 | | |
| Acondicionamiento 2 | | 200 | | | | | 5 | | |
| Acondicionamiento 3 | | | 500 | | | | 5 | | 8.2 |
| Cu Rougher 1 | | | | | 4 | | 1 | 3 | |
| Cu Rougher 2 | | | | 4 | 4 | | 1 | 3 | |
| Cu 1st Cleaner | | 200 | 300 | | | | 2 | 3 | |
| Cu 2nd Cleaner | | 100 | 200 | | | | 2 | 3 | |
| Cu 3rd Cleaner | | 100 | 100 | | | | 2 | 3 | |

Resultados de Pruebas Cíclicas

Prueba No. C5

Tabla N° 5.15. Resultados de la prueba de flotación C5

| Producto | Masa | | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|--------------------------------|--------|-------|---------------------|-------|------|-----|----------------|------|------|-----|
| | g | % | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| 1 Conc A Cu limpio | 278.9 | 3.73 | 19.6 | 18.6 | 8.27 | | 10.6 | 1.4 | 3.2 | --- |
| 2 Conc B Cu limpio | 391.8 | 5.25 | 21 | 16 | 9.5 | | 15.9 | 1.6 | 5.2 | --- |
| 3 Conc C Cu limpio | 418.2 | 5.60 | 17.2 | 25.6 | 9.97 | | 13.9 | 2.8 | 5.8 | --- |
| 4 Conc D Cu limpio | 299.8 | 4.01 | 19.8 | 19 | 8.73 | | 11.5 | 1.5 | 3.6 | --- |
| 5 Conc E Cu limpio | 458.9 | 6.14 | 19.3 | 20 | 9.35 | | 17.1 | 2.4 | 6.0 | --- |
| 6 Cola E Cu 3 rd Cl | 196.9 | 2.64 | 14.1 | 15.2 | 14.4 | | 5.4 | 0.8 | 3.9 | --- |
| 7 Cola E Cu 2 nd Cl | 161.8 | 2.17 | 15.6 | 16.8 | 15.7 | | 4.9 | 0.7 | 3.5 | --- |
| 8 Cola E Cu 1 st Cl | 322.6 | 4.32 | 10.7 | 28.7 | 14.3 | | 6.7 | 2.4 | 6.4 | --- |
| 9 Cola A Ro | 859.7 | 11.51 | 1.38 | 68.8 | 8.73 | | 2.3 | 15.4 | 10.4 | --- |
| 10 Cola B Ro | 1092.6 | 14.63 | 1.8 | 66 | 9.15 | | 3.8 | 18.8 | 13.9 | --- |
| 11 Cola C Ro | 845.2 | 11.32 | 1.62 | 67.5 | 9.04 | | 2.6 | 14.9 | 10.6 | --- |
| 12 Cola D Ro | 1105.4 | 14.80 | 1.14 | 67.2 | 8.84 | | 2.4 | 19.3 | 13.6 | --- |
| 13 Cola E Ro | 1036.7 | 13.88 | 1.5 | 67.1 | 9.66 | | 3.0 | 18.1 | 13.9 | --- |
| Cabeza calculada | 7468.5 | 100.0 | 6.93 | 51.44 | 9.64 | 0.0 | 100 | 100 | 100 | --- |

| Productos Combinados | Masa % | Leyes (%; onzas/TM) | | | | % Distribución | | | |
|---------------------------|--------|---------------------|-------|-------|-----|----------------|------|------|-----|
| | | Cu | Pb | Zn | Ag | Cu | Pb | Zn | Ag |
| Conc A a E (1 a 5) Cu Cl | 24.74 | 19.31 | 20.05 | 9.26 | 0.0 | 68.9 | 9.6 | 23.8 | --- |
| Cu Cl Productos (6 a 8) | 9.12 | 12.85 | 21.97 | 14.66 | 0.0 | 16.9 | 3.9 | 13.9 | --- |
| Colas (9 a 13)Cu Ro | 66.14 | 1.49 | 67.24 | 9.10 | 0.0 | 14.2 | 86.5 | 62.4 | --- |

| Ciclos de Balance Proyectados D a E | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|------|-----|------|------|------|-----|
| Concentrado Cleaner Cu | 30.89 | 19.50 | 19.60 | 9.11 | | 86.9 | 11.5 | 30.6 | --- |
| Colas Cu Ro | 69.11 | 1.31 | 67.15 | 9.24 | | 13.1 | 88.5 | 69.4 | --- |
| Cabeza calculada | 100.0 | 6.93 | 52.46 | 9.20 | 0.0 | 100 | 100 | 100 | --- |

De los resultados obtenidos se ha llegado a las siguientes conclusiones:

En general el depresor de Plomo basado en Cromo puede ser reemplazado por el sistema depresor Dextrina – PS.

Se obtuvieron resultados razonablemente buenos de separación en las Pruebas C1, C2 y C4.

La eficiencia de la separación fue confiable en cuanto al pH y al tipo de modificador de pH.

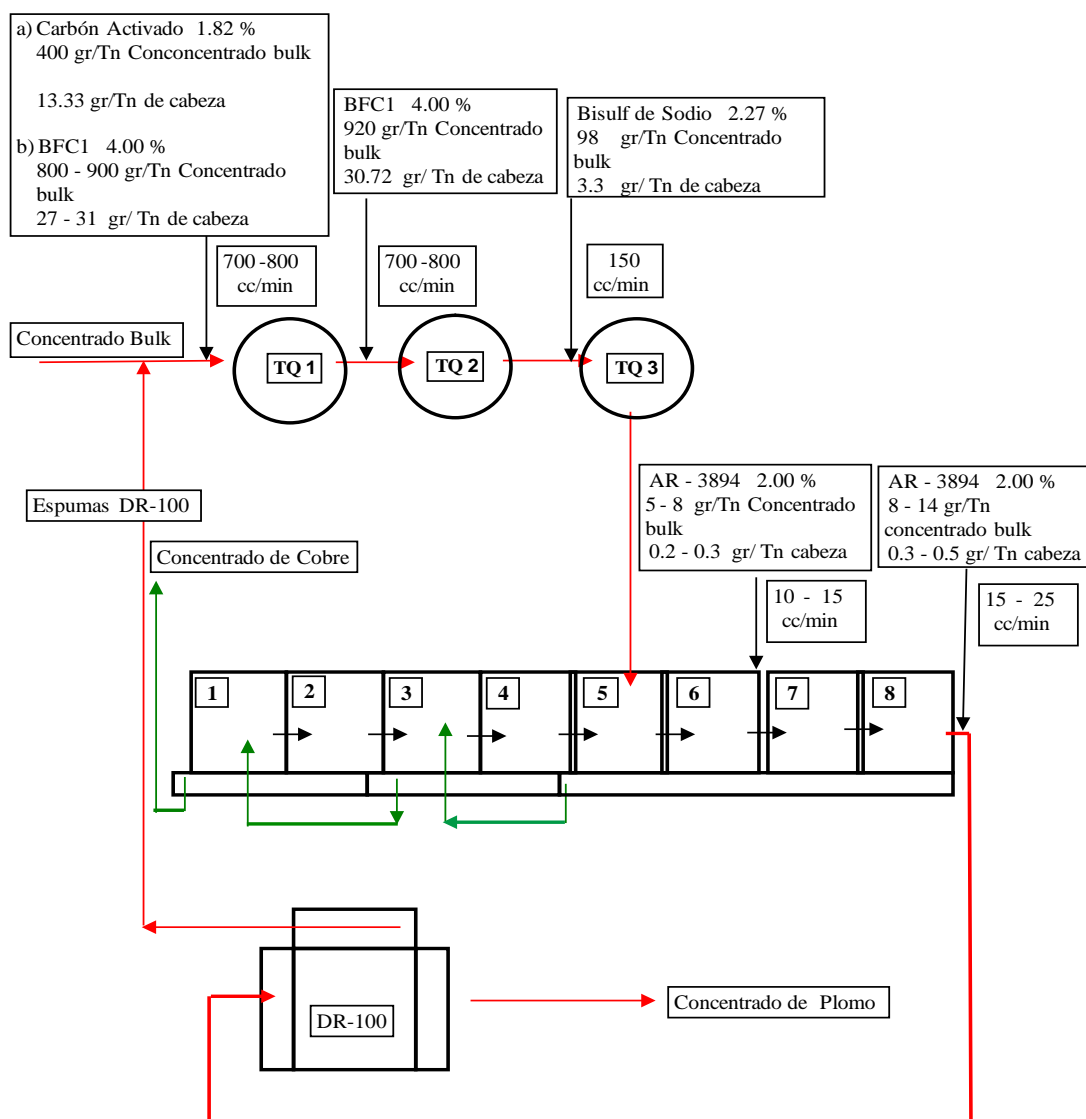


Figura N° 5.3. Dosificación de reactivos julio 2005 en la separación Pb-Cu

Tabla N° 5.16. Balance metalúrgico la mezcla BFC1. Resultados iniciales

TURNO 1

27 de julio

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|---------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 502.00 | 100.00 | 4.67 | 0.50 | 2.10 | 10.54 | 9.11 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 7.00 | 1.39 | 163.97 | 19.54 | 25.09 | 8.13 | 13.42 | 48.98 | 54.47 | 16.65 | 1.08 | 71.74 |
| C. Pb | 11.46 | 2.28 | 40.83 | 1.25 | 62.87 | 5.56 | 3.81 | 19.98 | 5.71 | 68.36 | 1.20 | 43.79 |
| C. Zn | 80.64 | 16.06 | 4.72 | 0.44 | 0.66 | 59.87 | 3.21 | 16.25 | 14.14 | 5.05 | 91.25 | 6.23 |
| RELAVE | 402.90 | 80.26 | 0.86 | 0.16 | 0.26 | 0.85 | 10.37 | 14.79 | 25.68 | 9.94 | 6.47 | |

TURNO 2

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|---------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 504.00 | 100.00 | 4.94 | 0.55 | 1.46 | 11.57 | 12.12 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 8.07 | 1.60 | 177.90 | 22.03 | 19.66 | 8.38 | 15.32 | 57.64 | 64.16 | 21.57 | 1.16 | 62.43 |
| C. Pb | 6.34 | 1.26 | 51.12 | 1.09 | 64.17 | 5.45 | 4.41 | 13.00 | 2.49 | 55.27 | 0.59 | 79.52 |
| C. Zn | 90.51 | 17.96 | 4.29 | 0.36 | 0.65 | 59.77 | 3.00 | 15.58 | 11.75 | 7.97 | 92.77 | 5.57 |
| RELAVE | 399.08 | 79.18 | 0.86 | 0.15 | 0.28 | 0.80 | 14.25 | 13.77 | 21.60 | 15.19 | 5.47 | |

TURNO 3

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|---------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 502.00 | 100.00 | 4.67 | 0.50 | 2.10 | 10.54 | 9.11 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 7.00 | 1.39 | 163.97 | 19.54 | 25.09 | 8.13 | 13.42 | 48.98 | 54.47 | 16.65 | 1.08 | 71.74 |
| C. Pb | 11.46 | 2.28 | 40.83 | 1.25 | 62.87 | 5.56 | 3.81 | 19.98 | 5.71 | 68.36 | 1.20 | 43.79 |
| C. Zn | 80.64 | 16.06 | 4.72 | 0.44 | 0.66 | 59.87 | 3.21 | 16.25 | 14.14 | 5.05 | 91.25 | 6.23 |
| RELAVE | 402.90 | 80.26 | 0.86 | 0.16 | 0.26 | 0.85 | 10.37 | 14.79 | 25.68 | 9.94 | 6.47 | |

Tabla N° 5.17. Balance metalúrgico la mezcla BFC1. Resultados iniciales

TURNO 1

28 de julio

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 501.00 | 100.00 | 5.03 | 0.52 | 1.78 | 11.99 | 8.61 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 5.32 | 1.06 | 241.13 | 24.29 | 15.25 | 4.84 | 14.72 | 50.87 | 49.56 | 9.09 | 0.43 | 94.26 |
| C. Pb | 10.18 | 2.03 | 46.62 | 3.06 | 60.45 | 6.17 | 3.61 | 18.84 | 11.96 | 69.02 | 1.05 | 49.21 |
| C. Zn | 94.97 | 18.96 | 4.50 | 0.48 | 1.07 | 59.15 | 3.00 | 16.96 | 17.50 | 11.38 | 93.52 | 5.28 |
| RELAVE | 390.53 | 77.95 | 0.86 | 0.14 | 0.24 | 0.77 | 10.02 | 13.33 | 20.99 | 10.51 | 5.01 | |

TURNO 2

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 502.00 | 100.00 | 4.64 | 0.56 | 1.86 | 12.04 | 9.42 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 5.30 | 1.06 | 170.40 | 26.94 | 8.82 | 7.92 | 19.53 | 38.78 | 50.79 | 5.01 | 0.69 | 94.72 |
| C. Pb | 10.97 | 2.18 | 53.05 | 4.18 | 62.79 | 5.14 | 4.41 | 24.98 | 16.30 | 73.74 | 0.93 | 45.78 |
| C. Zn | 95.06 | 18.94 | 4.93 | 0.48 | 1.02 | 59.26 | 3.21 | 20.13 | 16.23 | 10.37 | 93.20 | 5.28 |
| RELAVE | 390.68 | 77.82 | 0.96 | 0.12 | 0.26 | 0.80 | 10.93 | 16.11 | 16.68 | 10.88 | 5.17 | |

TURNO 3

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 504.00 | 100.00 | 5.01 | 0.50 | 1.90 | 10.85 | 8.41 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 5.14 | 1.02 | 248.63 | 26.86 | 8.33 | 4.58 | 22.14 | 50.60 | 54.81 | 4.47 | 0.43 | 98.00 |
| C. Pb | 10.64 | 2.11 | 50.16 | 3.50 | 64.74 | 5.56 | 3.81 | 21.13 | 14.78 | 71.96 | 1.08 | 47.35 |
| C. Zn | 87.66 | 17.39 | 4.72 | 0.28 | 1.48 | 57.92 | 3.00 | 16.38 | 9.74 | 13.53 | 92.85 | 5.75 |
| RELAVE | 400.55 | 79.48 | 0.75 | 0.13 | 0.24 | 0.77 | 9.54 | 11.89 | 20.66 | 10.04 | 5.64 | |

Tabla N° 5.18. Balance metalúrgico la mezcla BFC1. Resultados iniciales

TURNO 1

29 de julio

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|---------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 500.00 | 100.00 | 4.05 | 0.50 | 1.54 | 9.72 | 10.82 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 4.07 | 0.81 | 211.12 | 30.96 | 3.80 | 5.76 | 21.63 | 42.46 | 50.44 | 2.01 | 0.48 | 122.76 |
| C. Pb | 8.98 | 1.80 | 44.69 | 3.22 | 61.09 | 5.25 | 3.21 | 19.81 | 11.56 | 71.22 | 0.97 | 55.70 |
| C. Zn | 78.89 | 15.78 | 4.72 | 0.48 | 1.37 | 57.40 | 3.21 | 18.39 | 15.15 | 14.05 | 93.17 | 6.34 |
| RELAVE | 408.06 | 81.61 | 0.96 | 0.14 | 0.24 | 0.64 | 12.35 | 19.34 | 22.85 | 12.72 | 5.37 | |

TURNO 2

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 501.00 | 100.00 | 4.11 | 0.49 | 1.29 | 11.06 | 10.42 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 4.58 | 0.91 | 202.55 | 29.11 | 5.30 | 7.66 | 29.05 | 45.04 | 54.29 | 3.75 | 0.63 | 109.42 |
| C. Pb | 6.72 | 1.34 | 49.83 | 2.21 | 64.49 | 4.53 | 3.00 | 16.26 | 6.05 | 67.05 | 0.55 | 74.56 |
| C. Zn | 87.72 | 17.51 | 5.14 | 0.56 | 0.87 | 59.26 | 3.21 | 21.90 | 20.01 | 11.78 | 93.81 | 5.71 |
| RELAVE | 401.98 | 80.24 | 0.86 | 0.12 | 0.28 | 0.69 | 11.91 | 16.79 | 19.65 | 17.42 | 5.01 | |

TURNO 3

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 505.00 | 100.00 | 3.77 | 0.43 | 1.38 | 10.75 | 8.51 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 3.85 | 0.76 | 183.26 | 26.78 | 9.10 | 8.49 | 19.13 | 37.04 | 47.48 | 5.03 | 0.60 | 131.17 |
| C. Pb | 7.68 | 1.52 | 51.44 | 1.97 | 61.58 | 5.56 | 3.41 | 20.73 | 6.96 | 67.82 | 0.79 | 65.79 |
| C. Zn | 85.89 | 17.01 | 4.29 | 0.44 | 0.97 | 59.15 | 3.00 | 19.34 | 17.40 | 11.94 | 93.58 | 5.88 |
| RELAVE | 407.59 | 80.71 | 1.07 | 0.15 | 0.26 | 0.67 | 9.67 | 22.89 | 28.15 | 15.21 | 5.03 | |

Tabla N° 5.19. Balance metalúrgico la mezcla BFC1. Resultados iniciales

TURNO 1 **30 de julio**

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 496.00 | 100.00 | 5.87 | 0.62 | 1.70 | 10.29 | 10.02 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 8.13 | 1.64 | 187.55 | 24.93 | 6.47 | 10.85 | 19.53 | 52.42 | 65.93 | 6.24 | 1.73 | 60.99 |
| C. Pb | 10.09 | 2.03 | 42.12 | 1.69 | 57.53 | 9.77 | 4.41 | 14.60 | 5.54 | 68.83 | 1.93 | 49.17 |
| C. Zn | 82.64 | 16.66 | 7.50 | 0.44 | 0.92 | 56.68 | 3.81 | 21.30 | 11.82 | 9.00 | 91.77 | 6.00 |
| RELAVE | 395.14 | 79.67 | 0.86 | 0.13 | 0.34 | 0.59 | 11.27 | 11.68 | 16.70 | 15.93 | 4.57 | |

TURNO 2

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 501.00 | 100.00 | 5.07 | 0.61 | 1.78 | 10.34 | 12.02 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 6.11 | 1.22 | 201.48 | 30.08 | 4.01 | 8.33 | 19.23 | 48.47 | 60.13 | 2.75 | 0.98 | 82.01 |
| C. Pb | 11.53 | 2.30 | 42.76 | 2.49 | 57.05 | 9.57 | 4.01 | 19.41 | 9.39 | 73.74 | 2.13 | 43.47 |
| C. Zn | 84.91 | 16.95 | 4.07 | 0.44 | 0.97 | 56.58 | 4.21 | 13.61 | 12.22 | 9.22 | 92.73 | 5.90 |
| RELAVE | 398.46 | 79.53 | 1.18 | 0.14 | 0.32 | 0.54 | 13.81 | 18.51 | 18.25 | 14.30 | 4.15 | |

TURNO 3

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 503.00 | 100.00 | 5.72 | 0.63 | 2.10 | 10.75 | 10.52 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 5.78 | 1.15 | 218.63 | 29.51 | 3.44 | 8.13 | 22.64 | 43.87 | 53.79 | 1.88 | 0.87 | 87.07 |
| C. Pb | 14.03 | 2.79 | 54.01 | 3.42 | 56.56 | 9.57 | 4.61 | 26.33 | 15.14 | 75.14 | 2.48 | 35.85 |
| C. Zn | 91.32 | 18.15 | 3.43 | 0.52 | 1.37 | 55.04 | 4.41 | 10.88 | 14.98 | 11.85 | 92.95 | 5.51 |
| RELAVE | 391.87 | 77.91 | 1.39 | 0.13 | 0.30 | 0.51 | 11.98 | 18.92 | 16.08 | 11.13 | 3.70 | |

Tabla N° 5.20. Balance metalúrgico la mezcla BFC1. Resultados iniciales

TURNO 1

31 de julio

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 494.00 | 100.00 | 6.72 | 0.54 | 1.62 | 11.01 | 9.21 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 5.87 | 1.19 | 331.15 | 28.55 | 5.42 | 9.77 | 17.83 | 58.48 | 62.78 | 3.97 | 1.05 | 84.22 |
| C. Pb | 9.75 | 1.97 | 51.12 | 2.57 | 60.04 | 9.88 | 4.61 | 15.00 | 9.39 | 73.11 | 1.77 | 50.69 |
| C. Zn | 88.02 | 17.82 | 4.29 | 0.40 | 1.02 | 57.30 | 4.41 | 11.37 | 13.20 | 11.21 | 92.73 | 5.61 |
| RELAVE | 390.37 | 79.02 | 1.29 | 0.10 | 0.24 | 0.62 | 10.28 | 15.16 | 14.63 | 11.71 | 4.45 | |

TURNO 2

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 497.00 | 100.00 | 6.20 | 0.52 | 1.66 | 12.24 | 11.92 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 4.23 | 0.85 | 290.43 | 29.11 | 4.21 | 7.56 | 20.73 | 39.83 | 47.59 | 2.16 | 0.53 | 117.63 |
| C. Pb | 11.72 | 2.36 | 75.23 | 4.30 | 54.46 | 9.05 | 5.21 | 28.62 | 19.50 | 77.37 | 1.74 | 42.40 |
| C. Zn | 97.36 | 19.59 | 4.07 | 0.44 | 0.87 | 58.23 | 3.81 | 12.86 | 16.57 | 10.24 | 93.19 | 5.11 |
| RELAVE | 383.70 | 77.20 | 1.50 | 0.11 | 0.22 | 0.72 | 14.09 | 18.68 | 16.33 | 10.23 | 4.54 | |

TURNO 3

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 502.00 | 100.00 | 6.06 | 0.50 | 1.38 | 11.73 | 10.82 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 3.85 | 0.77 | 257.21 | 24.53 | 5.58 | 13.37 | 17.53 | 32.51 | 37.59 | 3.10 | 0.87 | 130.50 |
| C. Pb | 11.85 | 2.36 | 93.56 | 6.55 | 43.53 | 16.36 | 8.01 | 36.43 | 30.93 | 74.48 | 3.29 | 42.35 |
| C. Zn | 89.31 | 17.79 | 3.43 | 0.44 | 0.76 | 58.74 | 3.61 | 10.06 | 15.66 | 9.81 | 89.09 | 5.62 |
| RELAVE | 396.99 | 79.08 | 1.61 | 0.10 | 0.22 | 1.00 | 12.46 | 21.00 | 15.82 | 12.61 | 6.74 | |

Tabla N° 5.21. Balance metalúrgico la mezcla BFC1. Resultados iniciales

TURNO 1

01 de agosto

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 494.00 | 100.00 | 5.76 | 0.55 | 1.46 | 10.44 | 9.72 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 6.16 | 1.25 | 235.77 | 26.70 | 5.38 | 11.57 | 18.43 | 51.08 | 60.58 | 4.60 | 1.38 | 80.14 |
| C. Pb | 7.89 | 1.60 | 63.02 | 2.41 | 64.49 | 6.48 | 4.01 | 17.47 | 7.00 | 70.53 | 0.99 | 62.62 |
| C. Zn | 82.94 | 16.79 | 5.14 | 0.44 | 0.92 | 57.40 | 4.01 | 14.98 | 13.43 | 10.56 | 92.31 | 5.96 |
| RELAVE | 397.00 | 80.37 | 1.18 | 0.13 | 0.26 | 0.69 | 10.89 | 16.46 | 19.00 | 14.31 | 5.31 | |

TURNO 2

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 502.00 | 100.00 | 6.19 | 0.60 | 1.62 | 11.42 | 10.92 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 5.24 | 1.04 | 246.49 | 27.10 | 4.29 | 10.29 | 19.73 | 41.54 | 47.10 | 2.76 | 0.94 | 95.89 |
| C. Pb | 11.99 | 2.39 | 63.66 | 5.59 | 50.33 | 11.42 | 6.41 | 24.58 | 22.26 | 74.23 | 2.39 | 41.85 |
| C. Zn | 94.74 | 18.87 | 4.93 | 0.48 | 1.07 | 55.86 | 4.81 | 15.04 | 15.10 | 12.45 | 92.32 | 5.30 |
| RELAVE | 390.03 | 77.69 | 1.50 | 0.12 | 0.22 | 0.64 | 12.42 | 18.84 | 15.54 | 10.55 | 4.35 | |

TURNO 3

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 502.00 | 100.00 | 6.25 | 0.58 | 1.50 | 11.57 | 11.02 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 5.17 | 1.03 | 266.85 | 27.10 | 7.20 | 9.62 | 18.83 | 44.02 | 48.16 | 4.95 | 0.86 | 97.01 |
| C. Pb | 10.41 | 2.07 | 69.77 | 4.95 | 50.66 | 9.88 | 6.01 | 23.15 | 17.69 | 70.02 | 1.77 | 48.23 |
| C. Zn | 92.10 | 18.35 | 4.29 | 0.48 | 1.02 | 58.54 | 3.61 | 12.59 | 15.18 | 12.46 | 92.82 | 5.45 |
| RELAVE | 394.32 | 78.55 | 1.61 | 0.14 | 0.24 | 0.67 | 12.78 | 20.24 | 18.96 | 12.57 | 4.55 | |

Tabla N° 5.22. Balance metalúrgico la mezcla BFC1. Resultados iniciales

TURNO 1

02 de agosto

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 500.00 | 100.00 | 5.66 | 0.52 | 1.66 | 12.09 | 8.61 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 5.31 | 1.06 | 293.64 | 26.14 | 13.84 | 6.38 | 17.53 | 55.13 | 53.38 | 8.85 | 0.56 | 94.18 |
| C. Pb | 8.83 | 1.77 | 54.33 | 2.77 | 64.90 | 7.00 | 3.81 | 16.97 | 9.41 | 69.05 | 1.02 | 56.62 |
| C. Zn | 95.79 | 19.16 | 3.43 | 0.44 | 1.02 | 58.85 | 3.41 | 11.62 | 16.21 | 11.76 | 93.25 | 5.22 |
| RELAVE | 390.07 | 78.01 | 1.18 | 0.14 | 0.22 | 0.80 | 9.87 | 16.28 | 21.00 | 10.34 | 5.16 | |

TURNO 2

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 501.00 | 100.00 | 7.03 | 0.57 | 1.86 | 10.03 | 10.22 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 6.07 | 1.21 | 304.36 | 23.32 | 19.91 | 4.94 | 14.12 | 52.44 | 49.55 | 12.96 | 0.60 | 82.57 |
| C. Pb | 9.78 | 1.95 | 84.88 | 5.15 | 63.93 | 5.04 | 4.01 | 23.59 | 17.65 | 67.13 | 0.98 | 51.20 |
| C. Zn | 78.52 | 15.67 | 4.07 | 0.52 | 1.12 | 59.26 | 3.00 | 9.08 | 14.30 | 9.44 | 92.60 | 6.38 |
| RELAVE | 406.63 | 81.16 | 1.29 | 0.13 | 0.24 | 0.72 | 11.71 | 14.90 | 18.51 | 10.47 | 5.83 | |

TURNO 3

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 504.00 | 100.00 | 5.91 | 0.55 | 1.74 | 12.45 | 9.21 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 3.99 | 0.79 | 402.96 | 31.20 | 4.65 | 4.73 | 18.23 | 53.97 | 44.92 | 2.12 | 0.30 | 126.27 |
| C. Pb | 8.93 | 1.77 | 54.33 | 2.13 | 68.94 | 5.14 | 2.80 | 16.28 | 6.86 | 70.19 | 0.73 | 56.45 |
| C. Zn | 105.25 | 20.88 | 4.50 | 0.72 | 1.43 | 56.07 | 4.81 | 15.89 | 27.34 | 17.14 | 94.05 | 4.79 |
| RELAVE | 385.83 | 76.55 | 1.07 | 0.15 | 0.24 | 0.80 | 10.47 | 13.85 | 20.88 | 10.56 | 4.92 | |

Tabla N° 5.23. Balance metalúrgico la mezcla BFC1. Resultados iniciales

TURNO 1

03 de agosto

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 495.00 | 100.00 | 7.64 | 0.60 | 1.62 | 11.88 | 11.42 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 4.75 | 0.96 | 400.81 | 30.16 | 5.58 | 6.17 | 17.83 | 50.35 | 48.27 | 3.31 | 0.50 | 104.13 |
| C. Pb | 8.71 | 1.76 | 92.92 | 4.42 | 65.06 | 5.45 | 3.81 | 21.38 | 12.96 | 70.64 | 0.81 | 56.85 |
| C. Zn | 95.23 | 19.24 | 6.00 | 0.56 | 1.22 | 57.82 | 3.81 | 15.10 | 17.96 | 14.49 | 93.64 | 5.20 |
| RELAVE | 386.31 | 78.04 | 1.29 | 0.16 | 0.24 | 0.77 | 13.39 | 13.17 | 20.81 | 11.56 | 5.06 | |

TURNO 2

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 502.00 | 100.00 | 7.21 | 0.58 | 1.46 | 12.35 | 10.42 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 5.57 | 1.11 | 337.58 | 26.54 | 14.32 | 5.20 | 15.93 | 51.95 | 50.79 | 10.89 | 0.47 | 90.09 |
| C. Pb | 6.91 | 1.38 | 82.95 | 5.27 | 56.48 | 6.58 | 5.21 | 15.84 | 12.52 | 53.29 | 0.73 | 72.60 |
| C. Zn | 100.79 | 20.08 | 5.36 | 0.52 | 1.37 | 57.61 | 4.01 | 14.92 | 18.00 | 18.85 | 93.66 | 4.98 |
| RELAVE | 388.72 | 77.43 | 1.61 | 0.14 | 0.32 | 0.82 | 12.10 | 17.29 | 18.69 | 16.97 | 5.14 | |

TURNO 3

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 503.00 | 100.00 | 6.38 | 0.57 | 1.78 | 12.40 | 10.62 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 4.11 | 0.82 | 356.87 | 28.47 | 11.53 | 4.94 | 18.33 | 45.68 | 40.82 | 5.29 | 0.33 | 122.36 |
| C. Pb | 10.04 | 2.00 | 77.16 | 5.11 | 57.62 | 5.97 | 4.21 | 24.12 | 17.89 | 64.59 | 0.96 | 50.12 |
| C. Zn | 100.14 | 19.91 | 4.29 | 0.60 | 1.53 | 57.10 | 4.21 | 13.38 | 20.96 | 17.09 | 91.67 | 5.02 |
| RELAVE | 388.72 | 77.28 | 1.39 | 0.15 | 0.30 | 1.13 | 12.36 | 16.83 | 20.34 | 13.02 | 7.04 | |

Tabla N° 5.24. Balance metalúrgico la mezcla BFC1. Resultados iniciales

TURNO 1

04 de agosto

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 502.00 | 100.00 | 6.87 | 0.56 | 1.58 | 11.88 | 8.31 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 5.78 | 1.15 | 302.22 | 25.09 | 6.96 | 7.66 | 19.73 | 50.62 | 51.59 | 5.07 | 0.74 | 86.85 |
| C. Pb | 9.41 | 1.87 | 58.19 | 2.98 | 58.42 | 6.79 | 4.01 | 15.87 | 9.98 | 69.31 | 1.07 | 53.34 |
| C. Zn | 94.68 | 18.86 | 6.00 | 0.52 | 1.07 | 58.74 | 3.41 | 16.46 | 17.51 | 12.76 | 93.25 | 5.30 |
| RELAVE | 392.13 | 78.11 | 1.50 | 0.15 | 0.26 | 0.75 | 9.43 | 17.05 | 20.92 | 12.85 | 4.93 | |

TURNO 2

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 500.00 | 100.00 | 6.72 | 0.58 | 1.50 | 12.76 | 10.82 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 6.64 | 1.33 | 308.65 | 25.41 | 19.34 | 5.14 | 16.13 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Pb | 6.07 | 1.21 | 52.73 | 1.85 | 64.82 | 6.69 | 3.61 | 61.02 | 58.17 | 17.12 | 0.53 | 75.31 |
| C. Zn | 100.33 | 20.07 | 4.50 | 0.48 | 1.43 | 59.26 | 3.21 | 9.52 | 3.87 | 52.43 | 0.64 | 82.43 |
| RELAVE | 386.97 | 77.39 | 1.39 | 0.16 | 0.22 | 0.93 | 12.81 | 13.44 | 16.61 | 19.10 | 93.19 | 4.98 |

TURNO 3

| | TMS | % masa | Leyes | | | | | Recuperaciones | | | | Ratio |
|---------------|--------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|----------------|--------|--------|--------|-------|
| | | | Ag(onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | |
| CABEZA | 501.00 | 100.00 | 5.58 | 0.52 | 1.70 | 12.45 | 11.42 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| C. Cu | 5.01 | 1.00 | 321.51 | 25.33 | 7.12 | 6.58 | 20.23 | 57.61 | 48.75 | 4.19 | 0.53 | 99.92 |
| C. Pb | 9.44 | 1.88 | 63.66 | 3.30 | 61.90 | 8.64 | 4.41 | 21.49 | 11.96 | 68.63 | 1.31 | 53.05 |
| C. Zn | 101.29 | 20.22 | 4.29 | 0.44 | 1.22 | 57.71 | 4.01 | 15.53 | 17.11 | 14.51 | 93.72 | 4.95 |
| RELAVE | 385.25 | 76.90 | 0.39 | 0.15 | 0.28 | 0.72 | 13.43 | 5.37 | 22.18 | 12.67 | 4.45 | |

5.5 Optimización de los circuitos de flotación

Nuevo método de separación Pb-Cu

Durante la última quincena de abril del 2007 se realizaron las pruebas finales de la optimización del proceso de separación Pb-Cu.

El problema a resolver, era la optimización de las celdas unitarias de preconcentración de Cu/Pb/Ag. Este problema se debe a que la alimentación a las celdas unitarias genera poca lama y el plomo está parcialmente preconcentrado. La recuperación global de la celda unitaria esta alrededor del 60% para el plomo y del 50% para el cobre. Se ajustará el colector y el espumante para ver si hay mejora en los resultados.

Los problemas que se presentaban en la flotación Pb-Cu en el rougher-scavenger fueron los siguientes:

Las burbujas de las celdas eran grandes y frágiles y tienen a romperse.

En el circuito scavenger la espuma transporta pirita y zinc

Se muestra la presencia y formación de residuos de sarro en los bordes de las celdas, lo que restringe el libre flujo de las espumas.

No se tenía un parámetro de trabajo para el espumante.

Circuito de limpieza Pb-Cu del bulk:

Este sistema de limpieza muestra un buen desempeño en el proceso de flotación, algunos ajustes que se verán en las pruebas posteriores serán:

En este momento no se añaden depresores a la 2da y 3ra limpieza, las adiciones de depresor a la segunda y tercera limpieza pueden mejorar el rechazo del zinc. Se requiere la adición de pequeñas cantidades de bisulfito (NaHSO_3) y sulfato de zinc (ZnSO_4) a la segunda y tercera limpieza.

El concentrado de la celda unitaria debe de ser siempre alimentada a la tercera limpieza.

Se requiere la modificación de la tercera celda de limpieza e instalación de las boquillas de rociado de agua a alta presión, esto se debe al hecho de que cuando se hace la re-limpieza del concentrado de la celda unitaria, la espuma de la limpieza rebosa y los operadores tienden disminuir la descarga del espumante, lo que tiene un efecto negativo en el rendimiento de la limpieza.

5.5.1 Optimización del circuito

La optimización del circuito debe concentrarse en la adición de reactivos. Uno de los problemas asociados con la adición de reactivos es hay muchos puntos de adición. A fin de reducir el número de adiciones, los colectores R242 y A3418 deberían de añadirse como una mezcla.

Los reactivos tales como sulfuro de sodio (Na_2S) y el cianuro de sodio (NaCN), deben siempre ser añadidos a la alimentación a una tasa o régimen fijo. Las cantidades de sulfato de zinc (ZnSO_4) y el bisulfito de sodio (NaHSO_3), deben variarse de acuerdo al contenido de zinc en el concentrado bulk.

El nivel de los colectores debe de ser ajustado de acuerdo a la ley o grado de la cabeza y la recuperación en base a al análisis del courier.

En general los ajustes en el régimen de la extracción en los niveles de los colectores deben dar lugar buenos resultados metalúrgicos.

5.5.2 Nuevo método de separación Pb-Cu sin bicromato

En los últimos años se han hecho diversos cambios importantes en el circuito de separación Cu-Pb. Al inicio el circuito operó con bicromato de sodio ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), como agente de separación. Después del desarrollo de los trabajos realizados en laboratorio, se introdujo un nuevo método de separación Cu/Pb a la planta, este método estuvo basado en el sistema BFC1- NaHSO_3 . Este método dio lugar a mejoras significativas en la eficiencia de la separación.

5.5.3 Mezcla DFC1 (Mayo 2007)

| | | |
|-------------------|---|-------|
| DEXTRINA | : | 30Kg. |
| CMC | : | 8Kg. |
| FOSFATO TRISODICO | : | 12Kg. |

Primero disolver la dextrina, luego el CMC en el mismo tanque. Vaciar al tanque mezclador. Agregar el fosfato trisódico, y enrasar con agua.

5.6 Pruebas en planta con dextrina

Se introdujo el método de la separación en la planta con una mezcla (DFC1), basados en los trabajos de prueba de laboratorio. Durante un periodo de seis días de operación, se hicieron los cambios importantes en el circuito, los que incluyeron:

Variación en el nivel de la dextrina y del NaHSO_3 .

Introducción del Na_2S en el circuito.

Variación del pH controlado por NaHSO_3 y H_2SO_4

Variación en el tipo y el nivel del colector.

A partir de los resultados obtenidos y de las observaciones realizadas se realizaron las siguientes conclusiones:

- A) Usando las condiciones de separación establecidas en el laboratorio, la espuma era voluminosa y escasamente mineralizada. Ocurrieron pérdidas de cobre grueso en el concentrado de plomo. Inicialmente, se uso xantato en el scavenger de cobre lo que dio lugar a una flotación excesiva de plomo hacia el concentrado de cobre.
- B) Al aumentar el nivel de adición de dextrina junto con el nivel de NaHSO_3 , se mejoro la eficiencia de la separación.
- C) Se logro mejoras importantes en la separación Cu/Pb con una reducción del pH controlado a 5,0 controlado con ácido sulfúrico (H_2SO_4). Durante este periodo, el grado del concentrado de cobre mejoro en el rango de 2% a 3%.

Es interesante observar que cuando se utilizó el método de separación en base a la dextrina, se redujo el contenido de zinc en el concentrado de cobre. Durante el ensayo en planta, se encontró diversidad de problemas, los que incluyeron:

Las dosificaciones de carbón no eran constantes y con frecuencia hubo atoros en la manguera dosificadora.

El régimen de alimentación de NaHSO_3 era variable, cuando se usaba el alimentador clarkson; de igual manera, esto estuvo ocurriendo cuando se realizaba la alimentación con la dextrina.

Se puede afirmar lo siguiente:

El método de separación Cu/Pb en base a la dextrina tendrá un mejor rendimiento después de la adaptación de las condiciones operativas de la planta, en comparación con el método de separación en base a cromo.

Las leyes tanto de cobre como de plomo mejoraran significativamente. Se reducirá el contenido de zinc en el concentrado de cobre.

Debe observarse que se establecieron los parámetros básicos de la separación usando dextrina durante el ensayo de planta, y que se requerirán solo ajustes menores en las condiciones operativas.

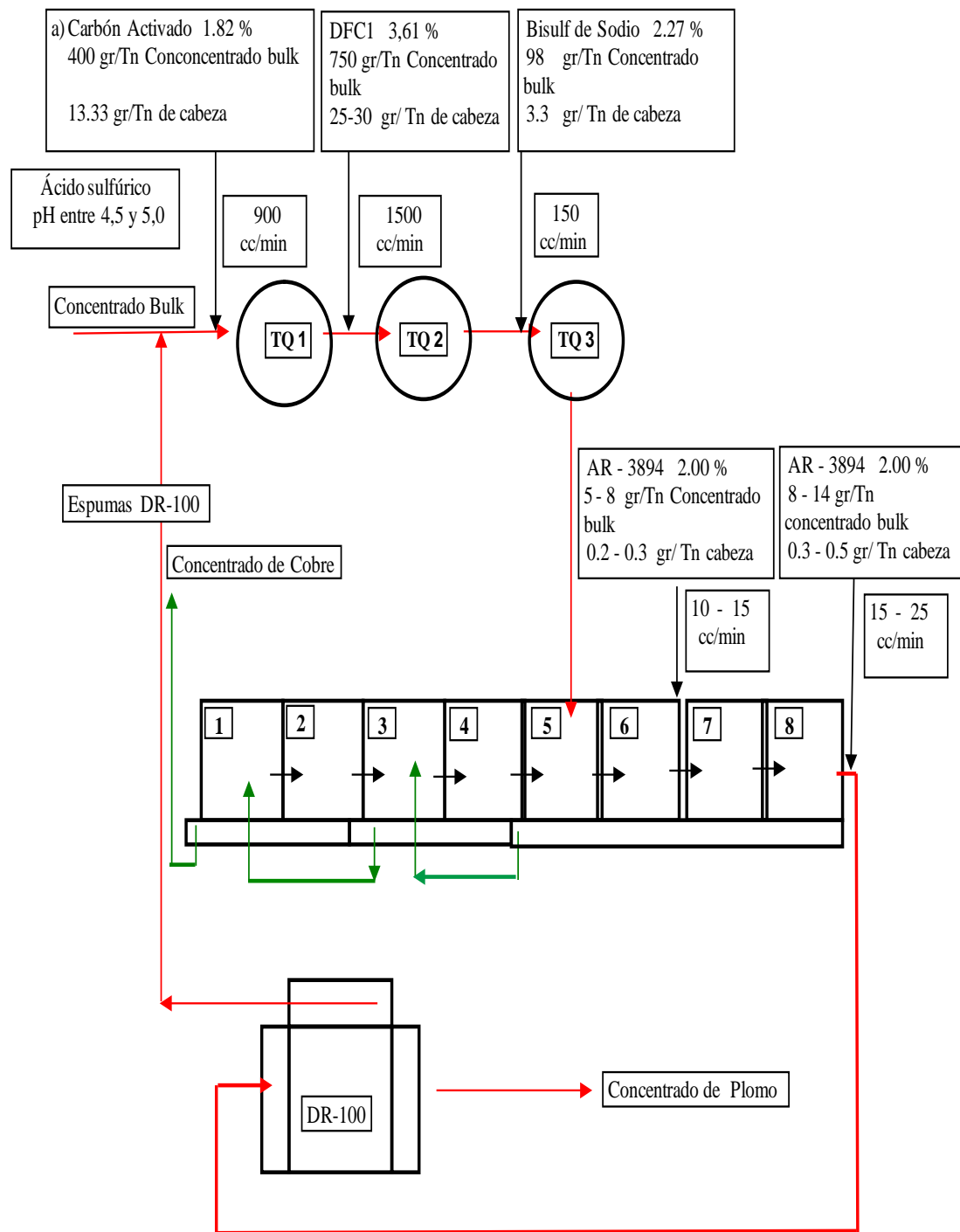


Figura N° 5.4. Esquema aplicación de nuevos reactivos

Tabla N° 5.25. Reporte metalúrgico hasta agosto 2007. Concentrado de cobre

| CONCENTRADO DE COBRE | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------|-------------|------------------------|------------------|--------------------------|----------------------|
| DIA | % Cu | % Pb | % Zn | Ag Onzas/TM | Recup. Cu | Recup Ag Bulk | Cab. % Cu |
| 29 | 30.57 | 4.22 | 6.99 | 276.44 | 49.98 | 62.40 | 0.32 |
| 30 | 28.36 | 6.67 | 8.21 | 238.93 | 50.37 | 64.41 | 0.35 |
| 31 | 29.91 | 5.89 | 7.17 | 220.93 | 45.92 | 60.17 | 0.37 |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | 25.38 | 17.00 | 7.39 | 207.67 | 58.06 | 77.57 | 0.58 |
| 4 | 25.74 | 18.13 | 6.69 | 200.17 | 47.40 | 60.28 | 0.43 |
| PROM S-31 | 27.99 | 10.38 | 7.29 | 228.83 | 50.35 | 64.97 | 0.41 |

| | | | | | | | |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------|
| PROM S-1 | 29.55 | 4.6 | 4.51 | 153.54 | 56.45 | 72.31 | 0.70 |
| PROM S- 2 | 29.27 | 6.21 | 4.41 | 252.42 | 51.54 | 75.57 | 0.72 |
| PROM S-3 | 28.66 | 6.11 | 6.07 | 265.12 | 56.82 | 77.22 | 0.69 |
| PROM S-4 | 29.61 | 4.70 | 5.47 | 245.65 | 63.35 | 78.31 | 0.71 |
| PROM S-5 | 30.11 | 4.79 | 5.16 | 311.66 | 53.20 | 74.09 | 0.55 |
| PROM S-6 | 28.23 | 5.95 | 6.89 | 332.64 | 50.84 | 74.27 | 0.50 |
| PROM S-7 | 27.13 | 5.85 | 8.12 | 240.76 | 58.44 | 72.57 | 0.53 |
| PROM S-8 | 27.13 | 6.08 | 9.26 | 275.83 | 57.96 | 72.25 | 0.48 |
| PROM S-9 | 27.16 | 8.24 | 8.59 | 252.16 | 57.38 | 72.25 | 0.48 |
| PROM S-10 | 25.56 | 9.34 | 10.11 | 246.20 | 57.36 | 70.58 | 0.48 |
| PROM S-11 | 27.91 | 7.03 | 8.01 | 293.85 | 50.34 | 68.79 | 0.48 |
| PROM S-12 | 28.34 | 6.47 | 7.32 | 279.90 | 46.56 | 67.42 | 0.48 |
| PROM S-13 | 28.07 | 7.80 | 5.61 | 190.37 | 58.06 | 71.75 | 0.53 |
| PROM S-14 | 28.38 | 5.76 | 5.43 | 213.06 | 57.57 | 73.79 | 0.48 |
| PROM S-15 | 27.23 | 6.44 | 6.56 | 202.31 | 55.12 | 73.01 | 0.51 |
| PROM S-16 | 27.62 | 8.15 | 4.90 | 203.81 | 45.53 | 70.72 | 0.46 |
| PROMS-17 | 30.29 | 4.99 | 3.41 | 217.66 | 39.65 | 70.80 | 0.53 |
| PROM S -18 | 30.38 | 4.87 | 4.12 | 211.85 | 39.91 | 68.19 | 0.49 |
| PROM S-19 | 31.24 | 4.55 | 4.16 | 198.51 | 44.25 | 72.16 | 0.52 |
| PROM S-20 | 31.11 | 4.60 | 4.27 | 161.88 | 51.96 | 70.06 | 0.64 |
| PROM S-21 | 28.08 | 10.40 | 5.23 | 228.84 | 47.51 | 71.83 | 0.53 |
| PROM S-22 | 30.93 | 4.33 | 3.34 | 198.82 | 37.07 | 67.07 | 0.57 |
| PROMS-23 | 31.82 | 2.32 | 3.30 | 145.74 | 38.18 | 63.56 | 0.67 |
| PROM S-24 | 32.12 | 2.62 | 2.77 | 133.36 | 38.74 | 61.50 | 0.93 |
| PROM S-25 | 32.27 | 3.09 | 2.85 | 143.82 | 44.62 | 64.21 | 0.96 |
| PROM S-26 | 31.65 | 3.59 | 3.34 | 198.77 | 42.32 | 67.38 | 0.75 |
| PROM S-27 | 31.32 | 5.18 | 4.15 | 312.72 | 38.31 | 64.17 | 0.55 |
| PROM S-28 | 32.02 | 3.34 | 4.26 | 193.79 | 43.94 | 62.23 | 0.74 |
| PROM S-29 | 32.32 | 3.26 | 4.15 | 166.52 | 42.49 | 57.43 | 0.76 |
| PROM S-30 | 30.96 | 4.11 | 5.43 | 194.51 | 45.24 | 58.64 | 0.53 |
| PROM S-31 | 27.99 | 10.38 | 7.29 | 228.83 | 50.35 | 64.97 | 0.41 |

Tabla N° 5.26. Reporte metalúrgico hasta agosto 2007. Concentrado de plomo

| CONCENTRADO DE PLOMO | | | | | | | |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--|-------------|
| DIA | % Cu | % Pb | % Zn | Ag Onzas/TM | Recup. Pb | | Cab. % Pb |
| 29 | 0.96 | 53.26 | 12.09 | 33.97 | 65.16 | | 1.71 |
| 30 | 1.68 | 50.05 | 13.20 | 40.82 | 65.21 | | 1.76 |
| 31 | 2.22 | 51.38 | 12.23 | 47.48 | 57.14 | | 1.82 |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | 3.50 | 50.24 | 12.36 | 58.41 | 65.57 | | 2.42 |
| 4 | 3.10 | 53.50 | 11.30 | 53.91 | 51.19 | | 1.85 |
| PROM S-31 | 2.29 | 51.69 | 12.24 | 46.92 | 60.85 | | 1.91 |

| | | | | | | | |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|--|------|
| PROM S-1 | 2.64 | 58.4 | 6.94 | 48.02 | 74.29 | | 1.78 |
| PROM S-2 | 2.61 | 58.23 | 6.92 | 48.89 | 68.81 | | 1.97 |
| PROM S-3 | 1.78 | 55.73 | 8.22 | 50.47 | 69.85 | | 1.97 |
| PROM S-4 | 1.63 | 57.92 | 8.11 | 41.96 | 71.07 | | 2.05 |
| PROM S-5 | 1.31 | 59.52 | 7.96 | 44.37 | 73.72 | | 1.79 |
| PROM S-6 | 1.39 | 57.30 | 8.79 | 42.68 | 74.58 | | 1.87 |
| PROM S-7 | 1.06 | 60.11 | 8.36 | 37.26 | 67.24 | | 1.99 |
| PROM S-8 | 1.03 | 57.42 | 9.27 | 34.80 | 68.33 | | 1.75 |
| PROM S-9 | 1.72 | 56.43 | 9.03 | 40.31 | 62.47 | | 1.60 |
| PROM S-10 | 1.69 | 54.92 | 9.06 | 40.11 | 58.94 | | 1.59 |
| PROM S-11 | 1.10 | 59.55 | 8.19 | 36.30 | 66.12 | | 1.88 |
| PROM S-12 | 1.11 | 58.85 | 9.01 | 35.34 | 69.24 | | 1.79 |
| PROM S-13 | 0.87 | 59.04 | 9.05 | 33.54 | 75.42 | | 1.85 |
| PROM S-14 | 0.70 | 59.67 | 8.60 | 34.86 | 79.64 | | 1.90 |
| PROM S-15 | 0.72 | 60.02 | 8.05 | 34.60 | 79.29 | | 2.11 |
| PROM S-16 | 1.85 | 57.47 | 8.31 | 47.37 | 74.70 | | 1.91 |
| PROM S-17 | 2.17 | 60.36 | 7.70 | 55.25 | 79.22 | | 1.66 |
| PROM S-18 | 2.19 | 57.36 | 8.71 | 52.71 | 76.26 | | 1.64 |
| PROM S-19 | 3.02 | 57.57 | 8.06 | 61.13 | 74.42 | | 1.65 |
| PROM S-20 | 3.27 | 58.35 | 8.21 | 58.41 | 71.39 | | 1.80 |
| PROM S-21 | 2.68 | 57.80 | 8.99 | 62.04 | 68.20 | | 2.08 |
| PROM S-22 | 3.30 | 54.38 | 7.98 | 63.61 | 73.29 | | 1.78 |
| PROM S-23 | 3.11 | 55.19 | 7.98 | 63.07 | 66.62 | | 1.54 |
| PROM S-24 | 2.90 | 55.77 | 7.95 | 54.84 | 64.65 | | 1.43 |
| PROM S-25 | 2.17 | 56.88 | 8.57 | 44.10 | 68.23 | | 1.44 |
| PROM S-26 | 2.48 | 56.64 | 8.84 | 54.18 | 66.15 | | 1.48 |
| PROM S-27 | 2.31 | 56.71 | 8.59 | 59.00 | 64.69 | | 1.46 |
| PROM S-28 | 1.87 | 56.09 | 9.68 | 45.52 | 62.79 | | 1.41 |
| PROM S-29 | 1.60 | 57.65 | 10.05 | 39.72 | 59.25 | | 1.51 |
| PROM S-30 | 1.36 | 54.13 | 11.62 | 36.03 | 65.31 | | 1.74 |
| PROM S-31 | 2.29 | 51.69 | 12.24 | 46.92 | 60.85 | | 1.91 |

Tabla N° 5.27. Reporte metalúrgico hasta agosto 2007. Concentrado de zinc

| CONCENTRADO DE ZINC | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------------|--------------|------------------------|------------------|--|------------------|
| DIA | % Cu | % Pb | % Zn | Ag Onzas/TM | Recup. Zn | | Cab. % Zn |
| 29 | 0.62 | 2.06 | 56.25 | 5.09 | 91.48 | | 8.50 |
| 30 | 0.53 | 1.97 | 56.58 | 5.09 | 90.36 | | 8.70 |
| 31 | 0.54 | 2.21 | 56.56 | 5.15 | 91.73 | | 9.65 |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | 0.35 | 1.53 | 55.88 | 4.20 | 84.94 | | 9.55 |
| 4 | 0.47 | 2.13 | 55.49 | 5.19 | 91.30 | | 10.06 |
| PROM S-31 | 0.50 | 1.98 | 56.15 | 4.94 | 89.96 | | 9.29 |

| | | | | | | | |
|------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--|--------------|
| PROM S-1 | 0.93 | 1.19 | 55.45 | 3.37 | 94.97 | | 10.58 |
| PROM S-2 | 1.07 | 1.58 | 56.35 | 4.22 | 93.84 | | 9.87 |
| PROM S-3 | 0.83 | 1.28 | 57.08 | 4.01 | 92.07 | | 9.96 |
| PROM S-4 | 0.71 | 1.29 | 57.32 | 3.74 | 93.19 | | 10.94 |
| PROM S-5 | 0.92 | 1.23 | 55.65 | 4.50 | 93.78 | | 9.58 |
| PROM S-6 | 0.78 | 1.13 | 57.46 | 4.07 | 92.48 | | 9.93 |
| PROM S-7 | 0.67 | 1.45 | 57.74 | 3.97 | 93.17 | | 10.83 |
| PROM S-8 | 0.67 | 1.51 | 57.26 | 4.32 | 92.08 | | 10.58 |
| PROM S-9 | 0.64 | 1.55 | 57.02 | 4.43 | 93.18 | | 10.82 |
| PROM S-10 | 0.60 | 1.48 | 57.32 | 4.33 | 93.00 | | 10.54 |
| PROM S-11 | 0.77 | 1.42 | 58.20 | 4.44 | 93.00 | | 11.34 |
| PROM S-12 | 0.89 | 1.31 | 58.37 | 4.61 | 92.38 | | 10.82 |
| PROM S-13 | 0.74 | 1.13 | 57.22 | 3.83 | 91.72 | | 10.04 |
| PROM S-14 | 0.79 | 1.07 | 56.78 | 3.69 | 92.48 | | 9.66 |
| PROM S-15 | 0.83 | 1.15 | 56.80 | 3.82 | 92.09 | | 9.91 |
| PROM S-16 | 0.91 | 1.37 | 55.73 | 4.10 | 92.91 | | 9.38 |
| PROM S-17 | 1.19 | 0.93 | 56.20 | 3.70 | 92.49 | | 8.81 |
| PROM S-18 | 1.02 | 1.18 | 56.93 | 4.19 | 92.75 | | 9.49 |
| PROM S-19 | 1.05 | 1.34 | 56.68 | 4.58 | 92.99 | | 9.46 |
| PROM S-20 | 1.12 | 1.49 | 56.52 | 4.80 | 92.10 | | 9.01 |
| PROM S-21 | 0.74 | 1.55 | 56.71 | 4.78 | 92.15 | | 10.07 |
| PROM S-22 | 1.12 | 1.16 | 56.43 | 4.72 | 92.02 | | 9.82 |
| PROM S-23 | 1.44 | 1.43 | 54.98 | 4.77 | 90.07 | | 9.34 |
| PROM S-24 | 2.29 | 1.32 | 52.91 | 5.00 | 89.84 | | 9.05 |
| PROM S-25 | 1.99 | 1.33 | 55.12 | 4.95 | 92.56 | | 9.79 |
| PROM S-26 | 1.68 | 1.40 | 55.80 | 4.95 | 88.09 | | 8.82 |
| PROM S-27 | 1.31 | 1.81 | 55.54 | 5.93 | 91.84 | | 9.55 |
| PROM S-28 | 1.79 | 1.71 | 55.46 | 5.99 | 91.83 | | 9.25 |
| PROM S-29 | 1.82 | 1.90 | 55.09 | 6.04 | 90.73 | | 9.71 |
| PROM S-30 | 1.00 | 1.83 | 55.78 | 5.08 | 91.80 | | 9.82 |
| PROM S-31 | 0.50 | 1.98 | 56.15 | 4.94 | 89.96 | | 9.29 |

Tabla N° 5.28. Balance metalúrgico típico año 2005

Minera UNICA S.A.
Mina Santa Rosa

06/08/2005

BALANCE METALURGICO - PLANTA CONCENTRADORA

TURNO-1

| PRODUCTOS | | | LEYES % | | | | | CONTENIDO FINO. TMS | | | | | RECUPERACIONES % | | | | RATIO | |
|---------------|---------|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|-------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|--------|--|
| | TMS | % Peso | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag (onzas) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | | |
| CABEZA | 504.000 | 100.000 | 6.666 | 0.530 | 2.100 | 12.090 | 10.220 | 3,359.656 | 2.671 | 10.584 | 60.934 | 51.509 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| C. Cu | 4.442 | 0.881 | 384.740 | 30.560 | 2.910 | 6.220 | 18.230 | 1,709.196 | 1.358 | 0.129 | 0.276 | 0.810 | 50.87 | 50.82 | 1.22 | 0.45 | 113.45 | |
| C. Pb | 14.116 | 2.801 | 61.410 | 3.140 | 59.230 | 6.790 | 3.810 | 866.877 | 0.443 | 8.361 | 0.958 | 0.538 | 25.80 | 16.59 | 79.00 | 1.57 | 35.70 | |
| C. Zn | 102.787 | 20.394 | 3.640 | 0.400 | 1.069 | 56.070 | 3.410 | 374.143 | 0.411 | 1.099 | 57.632 | 3.505 | 11.14 | 15.39 | 10.38 | 94.58 | 4.90 | |
| RELAVE | 382.655 | 75.924 | 1.070 | 0.120 | 0.260 | 0.540 | 12.193 | 409.441 | 0.459 | 0.995 | 2.066 | 46.656 | 12.19 | 17.19 | 9.40 | 3.39 | | |
| | | | | | | | | 3,359.656 | | | | | 51.509 | | | | | |

TURNO-2

| PRODUCTOS | | | LEYES % | | | | | CONTENIDO FINO. TMS | | | | | RECUPERACIONES % | | | | RATIO | |
|---------------|---------|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|-------|-------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|--------|--|
| | TMS | % Peso | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag (onzas) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | | |
| CABEZA | 502.000 | 100.000 | 5.906 | 0.490 | 1.380 | 10.440 | 8.910 | 2,964.573 | 2.460 | 6.928 | 52.409 | 44.728 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| C. Cu | 4.563 | 0.909 | 326.870 | 29.350 | 5.580 | 7.720 | 18.130 | 1,491.577 | 1.339 | 0.255 | 0.352 | 0.827 | 50.31 | 54.45 | 3.68 | 0.67 | 110.01 | |
| C. Pb | 7.003 | 1.395 | 103.530 | 5.670 | 55.190 | 7.100 | 4.410 | 725.070 | 0.397 | 3.865 | 0.497 | 0.309 | 24.46 | 16.14 | 55.79 | 0.95 | 71.68 | |
| C. Zn | 89.603 | 17.849 | 4.500 | 0.360 | 1.881 | 55.350 | 3.810 | 403.213 | 0.323 | 1.685 | 49.595 | 3.414 | 13.60 | 13.11 | 24.33 | 94.63 | 5.60 | |
| RELAVE | 400.830 | 79.847 | 0.860 | 0.100 | 0.280 | 0.490 | 10.024 | 344.714 | 0.401 | 1.122 | 1.964 | 40.178 | 11.63 | 16.30 | 16.20 | 3.75 | | |
| | | | | | | | | 2,964.573 | | | | | 44.728 | | | | | |

TURNO-3

| PRODUCTOS | | | LEYES % | | | | | CONTENIDO FINO. TMS | | | | | RECUPERACIONES % | | | | RATIO | |
|---------------|---------|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|-------|-------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|-------|--|
| | TMS | % Peso | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag (onzas) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | | |
| CABEZA | 500.000 | 100.000 | 6.190 | 0.510 | 1.700 | 11.010 | 9.520 | 3,094.751 | 2.550 | 8.500 | 55.050 | 47.600 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | |
| C. Cu | 6.760 | 1.352 | 277.570 | 24.930 | 15.420 | 7.300 | 15.730 | 1,876.482 | 1.685 | 1.042 | 0.494 | 1.063 | 60.63 | 66.09 | 12.26 | 0.90 | 73.96 | |
| C. Pb | 8.071 | 1.614 | 59.160 | 3.180 | 61.420 | 7.920 | 3.610 | 477.494 | 0.257 | 4.957 | 0.639 | 0.291 | 15.43 | 10.07 | 58.32 | 1.16 | 61.95 | |
| C. Zn | 90.167 | 18.033 | 4.930 | 0.280 | 1.371 | 57.300 | 3.410 | 444.524 | 0.252 | 1.236 | 51.666 | 3.075 | 14.36 | 9.90 | 14.54 | 93.85 | 5.55 | |
| RELAV. | 395.001 | 79.000 | 0.750 | 0.090 | 0.320 | 0.570 | 10.929 | 296.251 | 0.356 | 1.264 | 2.252 | 43.171 | 9.57 | 13.94 | 14.87 | 4.09 | | |
| | | | | | | | | 3,094.751 | | | | | 47.600 | | | | | |

Tabla N° 5.29. Balance metalúrgico típico año 2006

Minera UNICA S.A.
Mina Santa Rosa

28/08/2006
BALANCE METALURGICO - PLANTA CONCENTRADORA

TURNO-1

| PRODUCTOS | | | LEYES % | | | | | CONTENIDO FINO. TMS | | | | | RECUPERACIONES % | | | | RATIO | | | | |
|----------------|---------|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|-------|-------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|--|
| | TMS | % Masa | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag (onzas) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | | | | | |
| CABEZA | 502.000 | 100.000 | 3.720 | 0.570 | 1.580 | 8.180 | 11.770 | 1,867.678 | 2.861 | 7.932 | 41.064 | 59.085 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | | | | |
| C. Cu | 6.559 | 1.307 | 139.310 | 27.840 | 5.340 | 5.070 | 22.360 | 913.767 | 1.826 | 0.350 | 0.333 | 1.467 | 48.93 | 63.82 | 4.42 | 0.81 | 76.53 | | | | |
| C. Pb | 10.280 | 2.048 | 35.360 | 1.550 | 57.020 | 6.550 | 5.890 | 363.505 | 0.159 | 5.862 | 0.673 | 0.605 | 19.46 | 5.57 | 73.90 | 1.64 | 48.83 | | | | |
| C. Zn | 67.380 | 13.422 | 3.430 | 0.680 | 0.630 | 56.350 | 4.520 | 231.114 | 0.458 | 0.424 | 37.969 | 3.046 | 12.37 | 16.01 | 5.35 | 92.46 | 7.45 | | | | |
| RELAV E | 417.780 | 83.223 | 0.860 | 0.100 | 0.310 | 0.500 | 12.918 | 359.291 | 0.418 | 1.295 | 2.089 | 53.968 | 19.24 | 14.60 | 16.33 | 5.09 | | | | | |
| | | | | | | | | 1,867.678 | | | | | | | | | 59.085 | | | | |

TURNO-2

| PRODUCTOS | | | LEYES % | | | | | CONTENIDO FINO. TMS | | | | | RECUPERACIONES % | | | | RATIO | | | | |
|----------------|---------|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|-------|-------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|-------|--|--|--|--|
| | TMS | % Masa | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag (onzas) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | | | | | |
| CABEZA | 476.000 | 100.000 | 3.955 | 0.550 | 1.870 | 8.580 | 11.900 | 1,882.367 | 2.618 | 8.901 | 40.841 | 56.644 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | | | | |
| C. Cu | 6.045 | 1.270 | 144.670 | 28.200 | 5.340 | 4.620 | 23.600 | 874.572 | 1.705 | 0.323 | 0.279 | 1.427 | 46.46 | 65.12 | 3.63 | 0.68 | 78.74 | | | | |
| C. Pb | 11.717 | 2.462 | 36.970 | 1.400 | 57.440 | 8.900 | 5.650 | 433.176 | 0.164 | 6.730 | 1.043 | 0.662 | 23.01 | 6.27 | 75.61 | 2.55 | 40.62 | | | | |
| C. Zn | 66.035 | 13.873 | 3.000 | 0.600 | 0.720 | 56.460 | 4.650 | 198.104 | 0.396 | 0.475 | 37.283 | 3.071 | 10.52 | 15.13 | 5.34 | 91.29 | 7.21 | | | | |
| RELAV E | 392.203 | 82.396 | 0.960 | 0.090 | 0.350 | 0.570 | 13.127 | 376.515 | 0.353 | 1.373 | 2.236 | 51.485 | 20.00 | 13.48 | 15.42 | 5.47 | | | | | |
| | | | | | | | | 1,882.367 | | | | | | | | | | | | | |

TURNO-3

| PRODUCTOS | | | LEYES % | | | | | CONTENIDO FINO. TMS | | | | | RECUPERACIONES % | | | | RATIO | | | | |
|----------------|---------|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|---------------------|-------|-------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|-------|--|--|--|--|
| | TMS | % Masa | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag (onzas) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | | | | | |
| CABEZA | 503.000 | 100.000 | 3.975 | 0.580 | 1.930 | 9.690 | 11.380 | 1,999.364 | 2.917 | 9.708 | 48.741 | 57.241 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | | | | |
| C. Cu | 6.688 | 1.330 | 140.390 | 27.940 | 6.210 | 5.420 | 21.760 | 938.976 | 1.869 | 0.415 | 0.363 | 1.455 | 46.96 | 64.05 | 4.28 | 0.74 | 75.21 | | | | |
| C. Pb | 11.829 | 2.352 | 39.220 | 1.320 | 60.450 | 7.160 | 3.840 | 463.930 | 0.156 | 7.151 | 0.847 | 0.454 | 23.20 | 5.35 | 73.66 | 1.74 | 42.52 | | | | |
| C. Zn | 76.512 | 15.211 | 3.210 | 0.580 | 0.720 | 59.190 | 4.150 | 245.603 | 0.444 | 0.551 | 45.287 | 3.175 | 12.28 | 15.21 | 5.67 | 92.91 | 6.57 | | | | |
| RELAV E | 407.971 | 81.108 | 0.860 | 0.110 | 0.390 | 0.550 | 12.784 | 350.855 | 0.449 | 1.591 | 2.244 | 52.157 | 17.55 | 15.38 | 16.39 | 4.60 | | | | | |
| | | | | | | | | 1,999.364 | | | | | | | | | | | | | |

Tabla N° 5.30. Balance metalúrgico típico año 2007

Minera UNICA S.A.
Mina Santa Rosa

31/08/2007

BALANCE METALURGICO - PLANTA CONCENTRADORA

TURNO-1

| PRODUCTOS | LEYES % | | CONTENIDO FINO. TMS | | | | | RECUPERACIONES % | | | | RATIO | | | | | | | |
|-----------|---------|---------|---------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
| | TMS | % Peso | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag (onzas) | Cu | Pb | Zn | | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | | |
| CABEZA | 564.000 | 100.000 | 5.407 | 0.510 | 2.500 | 8.220 | 11.370 | 3,049.823 | 2.876 | 14.100 | 46.361 | 64.127 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | | |
| C. Cu | 5.826 | 1.033 | 233.020 | 27.560 | 12.840 | 4.740 | 20.030 | 1,357.504 | 1.606 | 0.748 | 0.276 | 1.167 | 44.51 | 55.82 | 5.31 | 0.60 | 96.81 | | |
| C. Pb | 18.255 | 3.237 | 57.090 | 2.830 | 57.770 | 10.000 | 4.750 | 1,042.164 | 0.517 | 10.546 | 1.825 | 0.867 | 34.17 | 17.96 | 74.79 | 3.94 | 30.90 | | |
| C. Zn | 73.693 | 13.066 | 4.900 | 0.530 | 1.910 | 56.010 | 5.170 | 361.095 | 0.391 | 1.408 | 41.275 | 3.810 | 11.84 | 13.58 | 9.98 | 89.03 | 7.65 | | |
| RELAVE | 466.227 | 82.664 | 0.620 | 0.078 | 0.300 | 0.640 | 12.501 | 289.061 | 0.364 | 1.399 | 2.984 | 58.283 | 9.48 | 12.64 | 9.92 | 6.44 | | | |
| | | | | | | | | 3,049.823 | | | | | | | | | 64.127 | | |

TURNO-2

| PRODUCTOS | LEYES % | | CONTENIDO FINO. TMS | | | | | RECUPERACIONES % | | | | RATIO | | | | | | | |
|-----------|---------|---------|---------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
| | TMS | % Peso | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag (onzas) | Cu | Pb | Zn | | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | | |
| CABEZA | 582.000 | 100.000 | 3.500 | 0.390 | 1.590 | 8.510 | 9.950 | 2,036.719 | 2.270 | 9.254 | 49.528 | 57.909 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | | |
| C. Cu | 4.132 | 0.710 | 216.740 | 30.210 | 6.100 | 4.040 | 23.320 | 895.584 | 1.248 | 0.252 | 0.167 | 0.964 | 43.97 | 55.00 | 2.72 | 0.34 | 140.85 | | |
| C. Pb | 10.508 | 1.806 | 46.180 | 1.670 | 61.940 | 8.070 | 4.730 | 485.274 | 0.175 | 6.509 | 0.848 | 0.497 | 23.83 | 7.73 | 70.34 | 1.71 | 55.38 | | |
| C. Zn | 80.026 | 13.750 | 4.420 | 0.570 | 1.410 | 57.090 | 4.540 | 353.714 | 0.456 | 1.128 | 45.687 | 3.633 | 17.37 | 20.10 | 12.19 | 92.24 | 7.27 | | |
| RELAVE | 487.334 | 83.734 | 0.620 | 0.080 | 0.280 | 0.580 | 10.838 | 302.147 | 0.390 | 1.365 | 2.827 | 52.815 | 14.83 | 17.18 | 14.75 | 5.71 | | | |
| | | | | | | | | 2,036.719 | | | | | | | | | | | |

TURNO-3

| PRODUCTOS | LEYES % | | CONTENIDO FINO. TMS | | | | | RECUPERACIONES % | | | | RATIO | | | | | | | |
|-----------|---------|---------|---------------------|--------|--------|--------|--------|------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
| | TMS | % Peso | Ag (onzas/TM) | Cu | Pb | Zn | Fe | Ag (onzas) | Cu | Pb | Zn | | Fe | Ag | Cu | Pb | Zn | | |
| CABEZA | 574.000 | 100.000 | 3.991 | 0.470 | 1.570 | 9.510 | 11.040 | 2,290.645 | 2.698 | 9.012 | 54.587 | 63.370 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | | | |
| C. Cu | 5.363 | 0.934 | 216.270 | 30.120 | 6.160 | 4.480 | 22.030 | 1,159.788 | 1.615 | 0.330 | 0.240 | 1.181 | 50.63 | 59.87 | 3.67 | 0.44 | 107.04 | | |
| C. Pb | 10.531 | 1.835 | 41.620 | 1.740 | 57.040 | 10.030 | 6.270 | 438.296 | 0.183 | 6.007 | 1.056 | 0.660 | 19.13 | 6.79 | 66.66 | 1.93 | 54.51 | | |
| C. Zn | 89.314 | 15.560 | 4.290 | 0.650 | 1.420 | 56.360 | 5.060 | 383.158 | 0.581 | 1.268 | 50.338 | 4.519 | 16.73 | 21.52 | 14.07 | 92.21 | 6.43 | | |
| RELAVE | 468.792 | 81.671 | 0.660 | 0.068 | 0.300 | 0.630 | 12.161 | 309.403 | 0.319 | 1.406 | 2.953 | 57.009 | 13.51 | 11.82 | 15.61 | 5.41 | | | |
| | | | | | | | | 2,290.645 | | | | | | | | | | | |

CONCLUSIONES

1. Las condiciones iniciales de trabajo nos indicaban un pH de trabajo, en operación con las variaciones de la cabeza ingresante el rango de variación de pH llegaba hasta 3,8.
2. La variabilidad o descompensación de la dosificación de los reactivos es evidente al variar la ley de cabeza.
3. Los tanques de reactivos, así como los de flotación, por el medio ácido en la separación Pb/Cu corroe las celdas, fue necesario tener celdas forrar las celdas con forros de goma.
4. En la actualidad no se está usando en la planta el ácido sulfúrico como modificador del pH debido a la alta acidez que alcanza el sistema y se corroe las celdas de flotación. La flotación solo se está realizando con la acidez que proporciona el metabisulfito de sodio.
5. La ley de los concentrados finales, tanto de plomo como de cobre, mejoró y se mantuvo más uniforme según los informes del analizador en línea courier y los ensayos realizados en Lima.
6. Se eliminó totalmente el uso de bicromato en la separación Pb-Cu.

7. Se determinó que el medio de trabajo para la separación Pb-Cu en estas condiciones con nuevos reactivos era entre 4,5 y 5,5; variando a pH más bajos al elevarse notablemente la cantidad de plomo en el bulk.
8. La preparación de la nueva mezcla DFC1 se realizaba según una secuencia ordenada de disolución de reactivos, debido a que si no se seguía el orden correcto se formaban “grumos”, que generaban atoros en las mangueras dosificadoras.
9. Había que controlar el uso de carbón activado, porque un exceso ligero de este reactivo “dormía” a las celdas de cobre; no había espuma no flotaba el mineral y aumentaba la densidad de la pulpa.
10. La dosificación de carbón necesita un diámetro mayor debido a atoros en la línea ya que el carbón no se disuelve en solución sino es una mezcla heterogénea en el tanque de preparación.
11. El uso de otros ácidos no permiten la disolución de la dextrina debido a la propiedad de las dextrinas de disolverse muy bien el ácido sulfúrico.

BIBLIOGRAFÍA

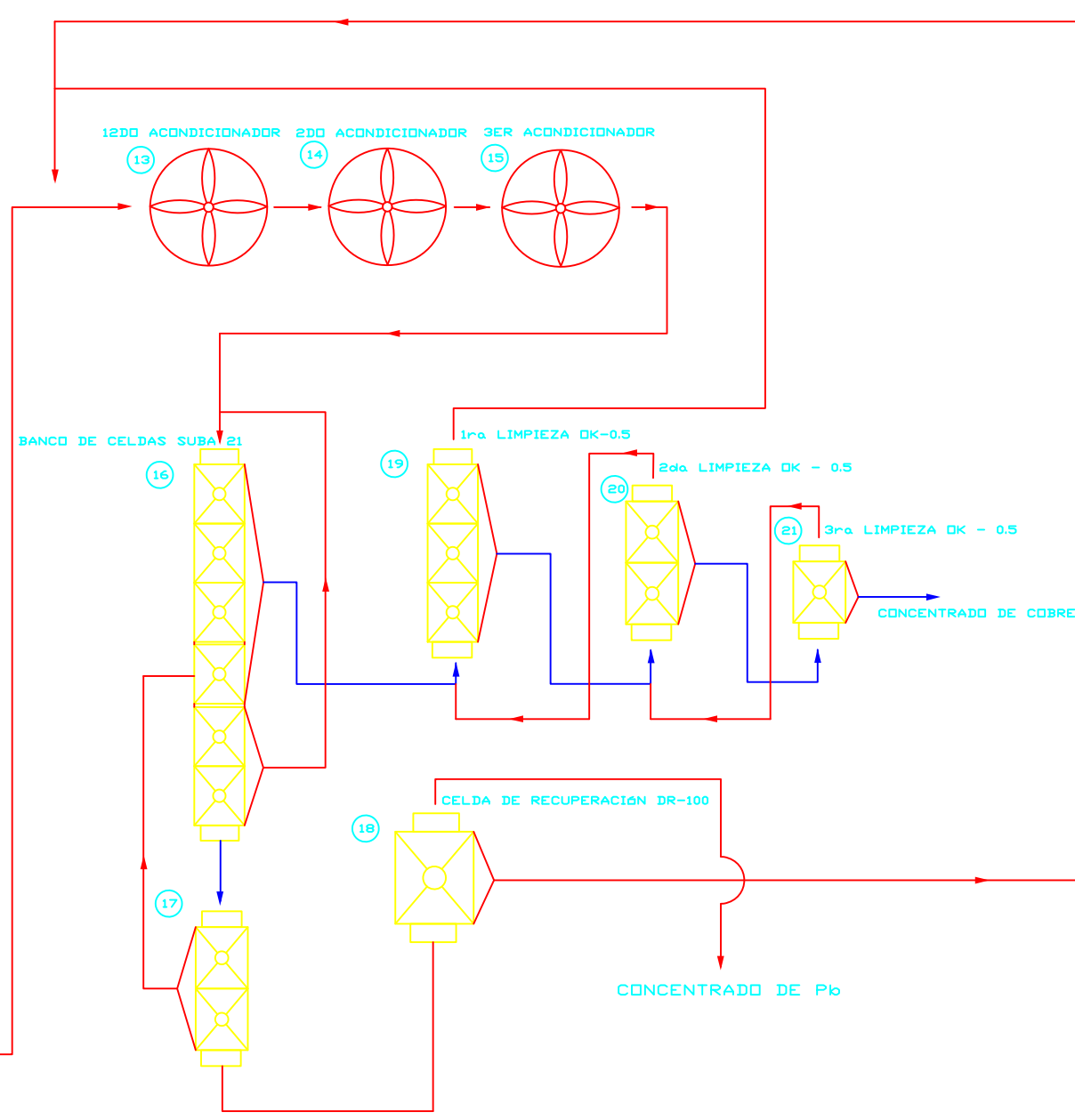
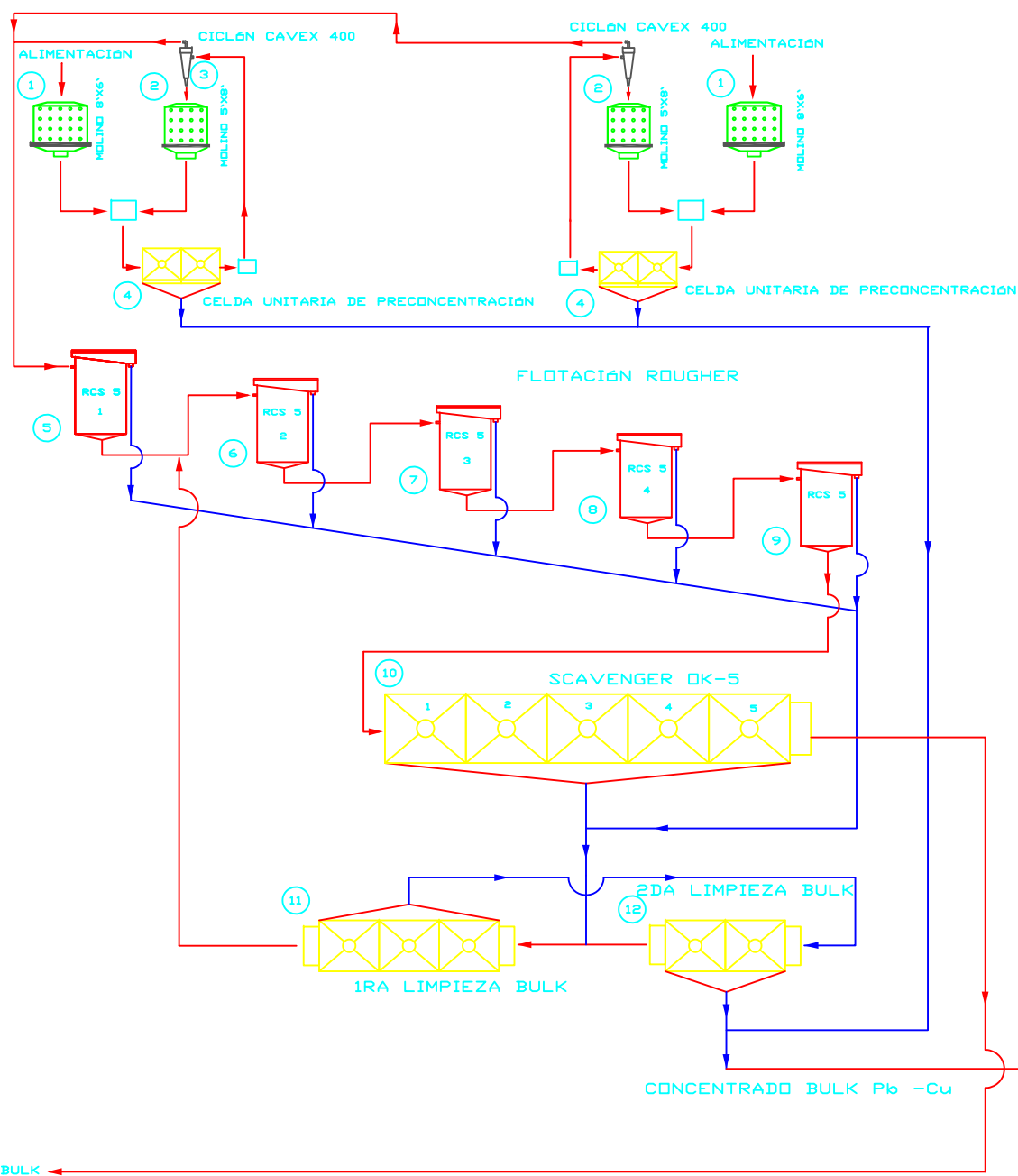
1. A.J. Lynch (1980). Circuito de trituración y molienda de minerales. Editorial rocas y minerales.
2. Azañero Ortiz, Ángel., Núñez Jara, Pablo Antonio., Figueroa Loli, Aquiles., León Delgado, Elard., Fernández Salinas, Sósimo., Orihuela Salazar, Roberto., Caballero Ríos, Manuel. (2006). Flotación de minerales oxidados de plomo. UNMSM.
3. Camac Córdor, Teodoro E. (1990). Separación de cobre por flotación del concentrado bulk plomo – cobre. Tesis de grado UNI.
4. Córdova Yucra, Christian Proyecto metalurgia pontificia universidad católica: estudio y optimización en el proceso de extracción plomo - cobre (flotación) determinando los parámetros, relaciones y las interacciones en los compuestos de la solución utilizada (RCSC).
5. Drzymala, Jan., Kapusnia, Janusz., Tomasi, Piotr. (2003). Removal of lead minerals from copper industrial flotation concentrates by xanthate flotation in the presence of dextrin.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301751602001564>.
6. Dudenhov, S.V., Shubov, L.Y., Glazunov, L.A. (1980). Fundamentos de la teoría y práctica del empleo de reactivos de flotación. Editorial MIR.

7. Hagemalm, Malin. (2010). Tesis de grado de maestro con mención en ingeniería química. Universidad tecnológica de Lulea Suecia: reemplazamiento de bicromato de potasio por la dextrina en la separación plomo-cobre.
8. Manzaneda Cabala, José (2000). Procesamiento de minerales. Ediciones 2000.
9. Requena Mendizábal, Manuel Andrés. (1990). Separación cobre – plomo utilizando como reactivos los subproductos de la refinería de zinc de La Oroya. Tesis de grado UNI.
10. Rivera Zeballos, Juan H. (2003). Compendio de conminución. Centro de producción editorial e imprenta UNMSM.
11. Rubinstein, Julius B. (1997). Flotación en columna. Editorial rocas y minerales.
12. Sepúlveda, Jaime E., Gutiérrez R, Leonel. (1986). Dimensionamiento y optimización de planta concentradora mediante técnicas de modelamiento matemáticos. Editorial rocas y minerales
13. Sutulov, Alexander. (1963). Flotación de minerales. Instituto de investigaciones metalúrgicas 1963. Chile.

ANEXOS

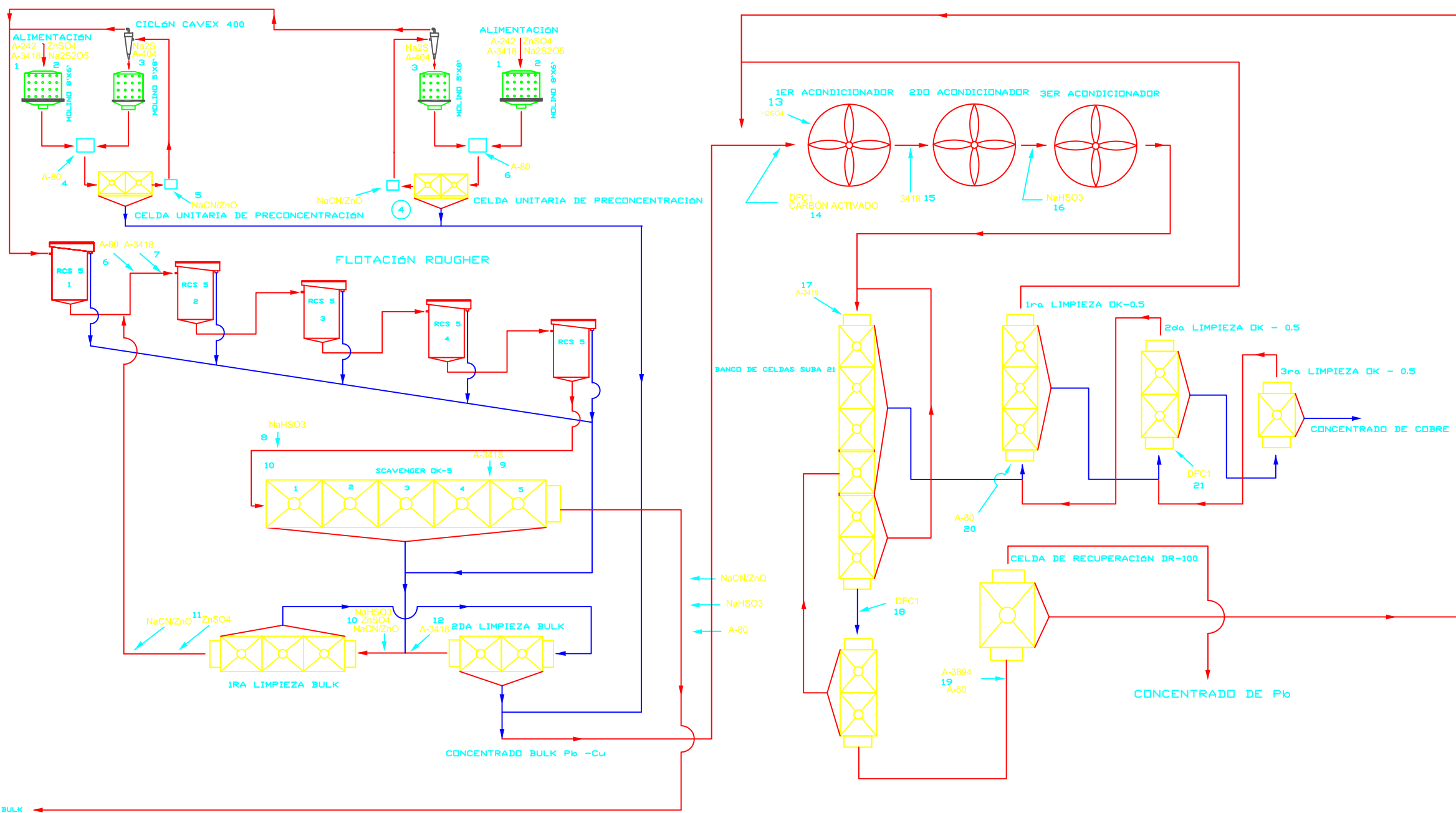
1. Diagrama de flujo de planta.
2. Diagrama de flujo. Dosificación de reactivos.



| | |
|----|--------------------------------------|
| 1 | MOLINO 8'X 6' |
| 2 | MOLINO 5'X 8' |
| 3 | CICLÓN CAVEX 400 |
| 4 | CELDA UNITARIA 1500 |
| 5 | CELDA RCS5 - 1 FLOTACIÓN ROUGHER |
| 6 | CELDA RCS5 - 2 FLOTACIÓN ROUGHER |
| 7 | CELDA RCS5 - 3 FLOTACIÓN ROUGHER |
| 8 | CELDA RCS5 - 4 FLOTACIÓN ROUGHER |
| 9 | CELDA RCS5 - 5 FLOTACIÓN ROUGHER |
| 10 | CELDAS SCAVENGER OK - 5 BULK Pb - Cu |
| 11 | CELDAS SUBA 30 1ra LIMPIEZA BULK |
| 12 | CELDAS SUBA 30 2da LIMPIEZA BULK |
| 13 | 1er TANQUE ACONDICIONADOR |
| 14 | 2do TANQUE ACONDICIONADOR |
| 15 | 3er TANQUE ACONDICIONADOR |
| 16 | CELDAS SUBA 30 SEPARACIÓN Pb - Cu |
| 17 | CELDAS SUBA 30 SEPARACIÓN Pb - Cu |
| 18 | CELDAS SCAVENGER OK - 5 BULK Pb - Cu |
| 19 | 1ra LIMPIEZA DE Cu OK-0.5 |
| 20 | 2da LIMPIEZA DE Cu OK-0.5 |
| 21 | 3ra LIMPIEZA DE Cu OK-0.5 |

DIAGRAMA DE FLUJO: CIRCUITO ABIERTO FLOTACIÓN BULK

| | | | |
|--|---------------------|------------------------------|--|
| DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA CONCENTRADORA: SECCIÓN FLOTACIÓN BULK | | | |
| COMPAÑÍA MINERA: UNICA S.A | | | |
| PLANTA 2007: SECCIÓN FLOTACIÓN Pb/Cu | | | |
| LABOR: E-01 | | | |
| DESAÑO: L.C.H.A | FECHA: OCTUBRE 2007 | DISEÑO: LUIS G. VARELA ANAYA | |



| | | |
|----|---|-------------------------|
| 1 | A-3418 = 10 | A-242 = 10 |
| 2 | ZnSO4 = 1315 | BISULFITO DE SODIO =250 |
| 3 | Na2S =371 | A-404 = 100 |
| 4 | A-80 =50 | |
| 5 | COMPLEJO NaCN/ZnO (4:1) | |
| 6 | A-80 =50 | |
| 7 | A-3418 = 10 | |
| 8 | BISULFITO = 150 | |
| 9 | A-3418 = 5 | |
| 10 | ZnSO4=1500; NaCN/ZnO=100; BISULFITO=300 | |
| 11 | NaCN/ZnO | Zn SO4 |
| 12 | A-3418 = 8 | |
| 13 | ÁCIDO SULFÚRICO (pH = 4 - 5) | |
| 14 | CARBÓN = 1200 | DFC1 = 900 |
| 15 | A-3418 = 10 | |
| 16 | BISULFITO = 1500 | |
| 17 | A-3418 = 10 | |
| 18 | DFC1 = 300 | |
| 19 | A-3894 = 10 | |
| 20 | A-80 | |
| 21 | DFC1 = 150 | |

Flujos en mL/minuto

DIAGRAMA DE FLUJO: DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS FLOTACIÓN BULK

| | | |
|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| DIAGRAMA DE FLUJO REACTIVOS QUÍMICOS | | SANTA ROSA |
| COMPAÑÍA MINERA: | | UNICA S.A |
| DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS | | LÁMINA: E-02 |
| DEJADO: L.C.H.A | FECHA: OCTUBRE 2007 | DISEÑO: LUIS G. HUARTE ANAYA |

RELAVE BULK
CABEZA DE FLOTACIÓN DE ZINC