



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

**Efecto del grado de liberación de minerales para la concentración de zinc por flotación
en la Planta Concentradora Af Copper SAC**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico

Autores

Jesus Antonio Mejia Macalupu
Jhon Leonardo Soto Ramos

Asesor

M(o). Jaime Iman Mendoza

Huacho - Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales.

Sin Derivadas: Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado.

Sin restricciones adicionales: No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA METALÚRGICA

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Jhon Leonardo Soto Ramos	42204414	16/05/2024
Jesús Antonio Mejia Macalapu	74824972	16/05/2024
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Jaime Iman Mendoza	40936175	0000-0001-6232-0884
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Maximo Tomas Salcedo Meza	15602588	0000-0003-1993-2513
Alberto Irhaam Sanchez Guzman	15758117	0000-0003-1575-8466
Victor Raul Coca Ramirez	15601160	0000-0002-2287-7060

EFECTO DEL GRADO DE LIBERACIÓN DE MINERALES PARA LA CONCENTRACIÓN DE ZINC POR FLOTACIÓN EN LA PLANTA CONCENTRADORA AF COPPER SAC

ORIGINALITY REPORT



PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Peruana de Las Americas Student Paper	1%
2	repositorio.undac.edu.pe Internet Source	1%
3	Submitted to American Public University System Student Paper	1%
4	app.unjfsc.edu.pe Internet Source	1%
5	renatiqa.sunedu.gob.pe Internet Source	1%
6	repositorio.unap.edu.pe Internet Source	1%
7	www.repositorioacademico.usmp.edu.pe Internet Source	1%
8	renati.sunedu.gob.pe Internet Source	1%

DEDICATORIA

Principalmente, a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, a mis padres que con todo su amor y cariño, que me brindan su apoyo constante para que pueda ser un buen profesional.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo se le agradece al Ing. Cristhofer Gordillo Velasquez, Jefe de Planta Concentradora de la referida empresa por la oportunidad que me brindo y la asesoría de la tesis, a mi madre que lucho tanto para que pueda salir adelante, cumpla mis metas y sueños.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	vii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática	10
1.2 Formulación del problema	10
1.2.1 Problema general	10
1.2.2 Problemas específicos	10
1.3 Objetivos de la investigación	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
1.4 Justificación de la investigación	11
1.5 Delimitaciones del estudio	11
1.6 Viabilidad del estudio	12

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación	13
2.2 Bases teóricas	18
2.4 Definición de términos básicos	24
2.5 Hipótesis de investigación	25
2.5.1 Hipótesis general	25
2.5.2 Hipótesis específicas	25
2.6 Operacionalización de las variables	26

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico	27
3.2 Población y muestra	28

3.2.1 Población	28
3.2.2 Muestra	28
3.3 Técnicas de recolección de datos	28
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	29
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS	
4.1 Análisis de resultados	30
CAPÍTULO V	
DISCUSIÓN	
5.1 Discusión de resultados	41
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y	
RECOMENDACIONES	
6.1 Conclusiones	44
6.2 Recomendaciones	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS	4

RESUMEN

Objetivo: En el presente trabajo de investigación tiene por objetivo, evaluar, comparar y seleccionar las pruebas metalúrgicas realizadas en laboratorio metalúrgico donde tiene como base la recuperación de zinc en función al grado de molienda mediante flotación selectiva de Zinc en AF Copper s.a.c, a nivel experimental, es una investigación experimental, comparativa donde se aplicara técnicas y métodos para controlar, mejorar y evaluar los resultados, donde se desea compara mediante 05 pruebas de Flotación, a diferentes grados de molienda, 55, 58, 60, 62 y 65% - malla 200, se usaron 1000 g para cada prueba, donde se evaluaron todos mediante las mismas condiciones y dosificaciones en Flotación, 500 g/t de sulfato de cobre, 300 g/t de Z-6 , 20 g/t de D-250, 80 g/t de sulfuro de sodio trabajando a un pH de 12, con una ley de cabeza 7.81% de Zinc, se obtuvieron los siguientes: bajo una malla de 55% - 200M, 84.39% de recuperación, bajo una malla de 58% -200M, fue de 88.85%, bajo una malla de 60% -200M, 86.87%, la prueba N°4 bajo malla de 62% -200M, fue de 91.06% mientras que la última prueba a 65% -200M, fue de 90.06%.

Después de evaluar los resultados en laboratorio metalúrgico, podemos determinar que la bajo una malla de 62% -malla 200 obtenemos la mayo recuperación de Planta Concentrado, tanto que hace que la Planta concentradora sea rentable en función a costos, personal y ganancias.

Palabras claves: Metalúrgica, flotación, parámetros de flotación, pruebas de flotación, investigación experimental, ph, pruebas metalúrgicas, mallas.

ABSTRACT

In the present research work, the objective is to evaluate, compare and select the metallurgical tests carried out in the metallurgical laboratory where the recovery of zinc is based on the degree of grinding by means of selective Zinc flotation in AF Copper s.a.c, at an experimental level, It is an experimental, comparative investigation where techniques and methods will be applied to control, improve and evaluate the results, where it is desired to compare through 05 Flotation tests, at different degrees of grinding, 55, 58, 60, 62 and 65%

- 200 mesh , 1000 g were used for each test, where they were all evaluated using the same conditions and dosages in Flotation, 500 g/t of copper sulfate, 300 g/t of Z-6, 20 g/t of D-250, 80 g/t of sodium sulfide working at a pH of 12, with a head grade of 7.81% Zinc, the following were obtained: under a 55% mesh - 200M, 84.39% recovery, under a 58% mesh - 200M, was 88.85%, under a mesh of 60% -2 00M, 86.87%, test N°4 under 62% -200M mesh, was 91.06% while the last test at 65% -200M, was 90.06%.

After evaluating the results in the metallurgical laboratory, we can determine that under a mesh of 62% -200 mesh we obtain the highest recovery of the Concentrate Plant, so much so that it makes the Concentrator Plant profitable in terms of costs, personnel and profits.

Keywords: Metallurgical, flotation, flotation parameters, flotation tests, experimental research, ph, metallurgical tests, screens.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se refiere al tema de la investigación experimental por medio de pruebas metalúrgicas, las cuales fueron realizadas en laboratorio metalúrgico donde tiene como base la recuperación de zinc en función al grado de molienda mediante flotación selectiva de Zinc en AF Copper s.a.c,

La característica principal de este proceso es el uso de pesos y medidas a nivel de laboratorio.

Para lograr dicha investigación es necesario mencionar sus causas, una de ellas es el efecto de grado de liberación del zinc para la flotación. El cual se entiende como obtener la mejor calidad del mineral en partícula.

Para lo cual realizaremos muchas pruebas y las cuales se detallaran en los siguientes párrafos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La instauración de cualquier proyecto debe comenzar con pruebas piloto, es decir, observar el comportamiento de los minerales a nivel de laboratorio para analizar, comparar e identificar las operaciones unitarias que se deben seguir en el proceso de industrialización. Es necesario que AF Copper S A C realice los estudios correspondientes en su proyecto de reinicio para conocer las condiciones de operación como tiempo de residencia, liberación, dosificación de reactivos, consumo, proceso, ETC. Una vez encontrado el valor óptimo, el diseño industrial procede a restaurar el valor deseado.

Por esta razón, para encontrar la respuesta para la flotación de zinc, se planteó esta pregunta y en este estudio se planteó el problema descrito en la interrogante general.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

¿Efecto del grado de liberación de minerales para la concentración de zinc mediante flotación en la planta concentradora AF Copper SAC?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo influirá el nivel de liberación en la recuperación de zinc?

¿Qué parámetros operativos son los indicados para la flotación de zinc en AF copper SAC?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Examinar experimentalmente el proceso de flotación del zinc en función de su grado de molienda.

1.3.2 Objetivos específicos

Analizar el grado de liberación de zinc a nivel experimental.

Evaluar los parámetros obtenidos en la investigación y proponer las mejoras para la optimización de planta concentradora nivel laboratorio.

1.4 Justificación de la Investigación

Se realizara la indagación para poder explicar cómo el grado de liberación en la flotación a nivel experimental, se determinará las condiciones de operación que nos permite una recuperación optima del zinc y asi aplicarlo a escala industrial.

1.5 Delimitaciones del estudio

Delimitación Territorial.

Departamento : Tacna

Provincia : Tacna

Distrito : Miculla

Empresa : AF Copper S A C

Delimitación Tiempo y Espacio.

A realizarse en la empresa AF Cooper SAC durante el 2022.

Delimitación de Recursos.

No contamos con el 100% de disponibilidad de los recursos económicos.

1.6 Viabilidad del estudio

Es factible porque la parte cognitiva incluye conocimientos teóricos, medios técnicos, habilidades, etc. Nuevamente, se asegura el ingreso a la ubicación de la revisión literaria y contamos con la autorización del gerente de planta para ingresar y realizar trabajos en sitio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales.

Echavaudis concluyó en su indagación que luego de análisis químicos de minerales polimetálicos, se concluyó que las concentraciones de plomo y zinc eran relativamente altas, 2.23% y 2.47% respectivamente. Sus resultados mostraron que la dimensión de partícula óptimo para una recuperación óptima del plomo era el 67,60% del mineral acumulado por Ac (-), como se muestra en la Figura 27 con una cuadrícula de referencia de -100. El tiempo de molienda adecuado es de 16 minutos, y este dato debe considerarse al diseñar equipos industriales para la elaboración continua de plomo a partir de galena. Asimismo, el tamaño de partícula apropiado es aquel que pueda pasar malla -100 después de la molienda.

En su trabajo (Vargas, 2016), se propuso investigar el efecto del tamaño de molienda y el pH en el %restauración de Cu mediante el proceso de flotación. La investigación se realizó utilizando una celda de flotación Denver D-12 y mineral con granulometrías del 55%, 60% y 65%, con una malla de -22 y una ley de cobre del 7.8%. Los resultados indicaron que la recuperación de cobre a un pH de 8.5 y una granulometría del 55% - malla 200 fue del 71.334%, y que ambas variables están directamente relacionadas

con las recuperaciones. Se logró una recuperación del 86.667% a un pH de 11.5 y una granulometría del 65% - malla 200.

(Chamorro, 2005), en su indagación, evaluó las variables que afectan en la flotación de zinc y a la vez determinar las cantidades optimas de CuSO_4 durante la etapa de optimización. Para realizar el análisis de los valores obtenidos y optimizarlos se empleó el software Statgraphic Plus Versio 4.1, ya que es recomendable para diseño experimentales de procesos de flotación.

2.1.2. Antecedentes internacionales.

(SAMANEZ, 2017), se propuso caracterizar y evaluar un mineral polimetálico complejo mediante un proceso de flotación. Los resultados de la caracterización del mineral mostraron un contenido del 0.95 % de Pb, 0.27 % de Cu, 3.13 % de Zn y 72.8 g/t de Ag. Además, se determinó que las condiciones óptimas de operación son un tamaño de partícula (P80) de 100 μm , con una dosificación de 100 g/t de NaCN y 400 g/t de ZnSO_4 en la etapa de molienda. Se utilizó una dosificación de 12 g/t de Z-11 y 20 g/t de MIBC, a un pH de 8.5 durante 6 minutos para la etapa de flotación. Las condiciones óptimas para la flotación rougher del circuito de zinc correspondieron a una dosificación de 110 g/t de CuSO_4 , 7 g/t de Z-11, a un pH de 11 durante 8 minutos.

En su estudio (CANALES, 2013), el objetivo fue establecer las condiciones óptimas de flotación y decantación para la separación de minerales complejos de Pb-Zn empleando reactivos naturales como el quebracho. Los resultados mostraron que en el circuito primario de flotación selectiva de

plomo, se empleó etilxantato de potasio y polvo blanco de madera, logrando un concentrado de plomo con una ley del 20,82% y una tasa de recuperación del 80,84%. Por otro lado, en el circuito de flotación de zinc se utilizó sulfato de cobre, obteniendo un concentrado de zinc con una ley del 20,82% y una tasa de recuperación del 78,56%. Además, se demostró la viabilidad de emplear madera sólida roja como inhibidor de zinc en el proceso de flotación selectiva de plomo-zinc, con una concentración de 20 mg/L. Se destacó que este enfoque presenta ventajas como su biodegradabilidad natural, no toxicidad y amigabilidad con el medio ambiente. (CANALES, 2013, p. 9).

En su investigación (HERNÁNDEZ, 2015), trabajó con una mena de cobre tipo pórfido que contiene 11.4% de minerales de óxidos de cobre por lo que se considera de difícil tratamiento. Se plantearon alternativas válidas técnicamente en lo que se refiere a reactivos de flotación para optimizar la calidad y recuperación de cobre y molibdeno en el concentrado primario. Se realizaron 53 pruebas de flotación primaria de las cuales 22 de ellas fueron tipo cinética y el resto con un solo concentrado primario. Estas últimas se utilizaron para evaluar diversas combinaciones de productos y las cinéticas para confirmar detalladamente los resultados alcanzados. El común denominador de las mejores pruebas fue el uso de modificador de superficie T-609 y el colector de óxidos RO2 juntos y adicionales a los colectores que ya usan para el procesamiento de esta mena (prueba 45). Otorgando de manera comprobada hasta 2.8 unidades porcentuales más de recuperación de cobre y 7 de molibdeno. La máxima recuperación de cobre (90.33 %), se alcanzó usando XIPS-STD, T-1004, diésel, M-91 más RO2

se máximo la recuperación y el grado de cobre al mismo tiempo en el concentrado primario.

2.1 Bases teóricas

2.2.1. Flotación y sus fundamentos.

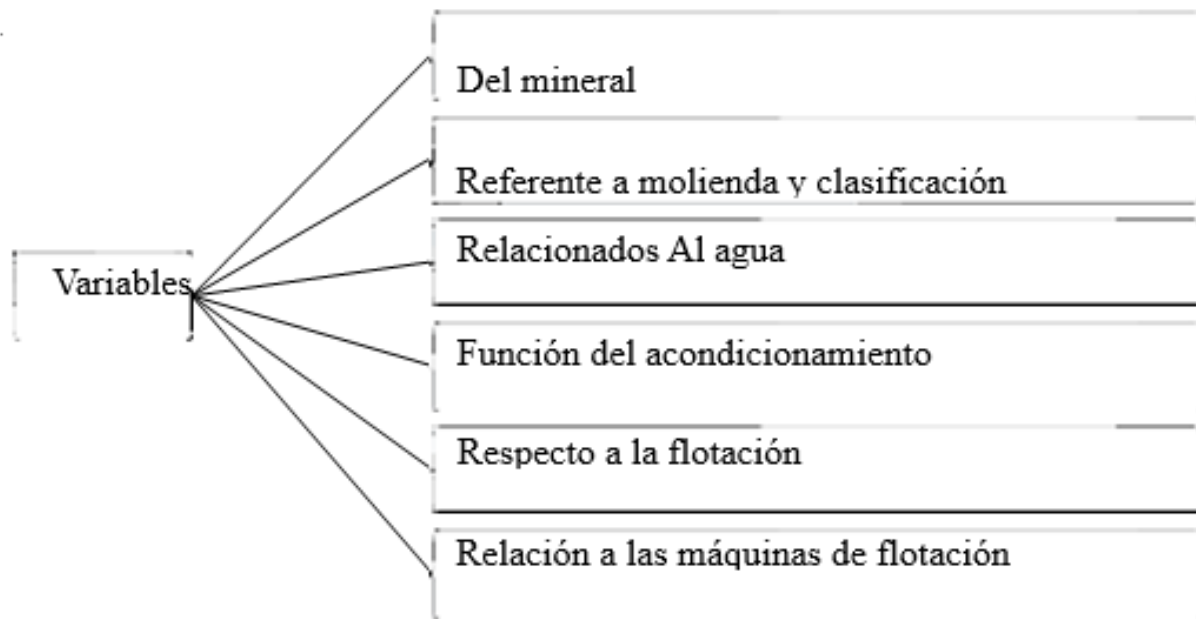
Se describe como un proceso físico-químico diseñado para separar componentes utilizando materiales en estado sólido, líquido y gaseoso. Su principio básico radica en la presencia de minerales hidrofóbicos e hidrofílicos, donde los primeros son capturados por las burbujas de gas, ascendiendo hacia la superficie y los segundos por el agua y se depositan en la parte inferior de la celda (Yianatos, 2005).

Según Yamashiro (2012), la flotación se define como la interrelación de las burbujas de aire y las partículas sólidas en la pulpa. La eficacia de este proceso está influenciada por varios fenómenos en la pulpa, principalmente determinados por las propiedades físicas y químicas de las partículas. Por tanto, el empleo de aditivos químicos puede mejorar la captura de estas partículas (p. 4).

Variables del proceso de flotación.

En cuanto a los parámetros que influyen, se establece normalmente 32 variables según diversos autores. Según (Azuñero, 2015) se divide en:

Figura 1 Variables del proceso de flotación



Nota: Fuente (Azuñero, 2015, págs. 109-110)

Segùn (Azuñero, 2015, pág. 110), los parámetros son:

- Densidad de pulpa y %sólidos
- pH
- Tiempo de flotación
- Nivel de espuma
- Carga circulante
- Granulometría
- Grado y tipo de aireación
- Temperatura de la pulpa

- Dosificación de reactivos

Reactivos de flotación

Los reactivos de flotación son sustancias tanto orgánicas como inorgánicas que desempeñan diversas funciones en la flotación, como la de colectores, modificadores, espumantes, entre otras. Estos reactivos son fundamentales para ajustar los parámetros de operación y lograr una separación eficiente de los minerales de interés, así como la depresión de los minerales sin valor.

Según Sutulov, se clasifican de la siguiente manera:

Los colectores: Son responsables de conferir características hidrofóbicas a las superficies de los minerales.

Los modificadores: Se responsabilizan de controlar las condiciones de operación de los colectores y mejoran su selectividad.

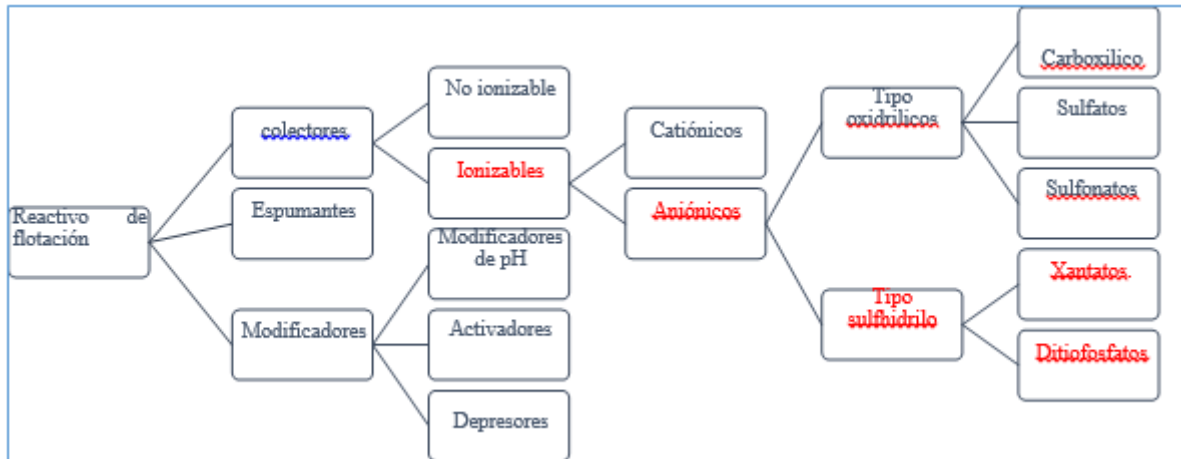
Los espumantes: favorece la formación de espumas estables, con tamaño adecuado para subir los minerales al concentrado.

De esta manera nos damos cuenta que los reactivos desempeñan un rol importante en el proceso de flotación para que este sea efectivo.

Clasificación de los reactivos de flotación

Se clasifican en:

Figura 2 Clasificación de los reactivos de flotación



Según la clasificación que hemos tratado, a continuación describiremos algunos de los reactivos que se emplean en la flotación de oro y plata.

a. Colectores.

Xantato: “La sal sulfurada, sódica o potásica del ácido xantato utilizada en minerales” (Azuñero, 2015, pp. 72,75). Normalmente se utiliza en forma soluble al 10 % a razón de 5 a 100 g/TM (Sutulov, 1963, p. 73)

Isopropilxantato de sodio (Z-11). “Se utiliza para minerales sulfurados, cobre, plomo, zinc y minerales complejos como plomo-zinc, cobre-hierro, entre otros” (Azuñero, 2015, pág.76).

Xantato de amilo potasico (Z-6). Es el más potente y no tiene selectividad para minerales sulfurados, es adecuado para ser utilizado

como colector secundario de sulfuros parcialmente oxidados, plomo y cobre sulfatados y la sección de barrido. (Azuñero, 2015, p. 76).

b. Espumantes.

F-70: pertenece a la familia de los alcoholes, se emplea cuando hay un mayor % finos que lo habitual y también en la flotación de carbón, sulfuro de plomo, grafito. (Day, 2002, pág. 133).

MIBC (metil isobutil carbonil): para flotar minerales sulfuros de cobre, Mb, Zn y Pb, en minerales no metálicos (Azuñero, 2015, pág. 88).

c. Modificadores.

Activadores: Aumentan su flotabilidad, entre ellos tenemos:

Sulfato de cobre (CuSO₄ 5H₂O): se emplea para activar el Zn.

Sulfuro de sodio: sulfuriza parcial o total al Pb, Cu, Zn, entre otros que están oxidados.

Depresores: Hidrolizan la zona del mineral, restringiéndose su flotación, entre ellos encontramos:

Cianuro de sodio: Se emplea en los minerales sulfurados como la pirita, la pirrotita, la marcasita, la arsenopirita y la esfalerita, así

como en menor medida en minerales como la calcopirita y la enargita, entre otros.

Sulfato de zinc: Deprime minerales de zinc con la combinación del cianuro de sodio.

Modificadores de pH: entre ellos tenemos:

Básico: Cal (CaO), Carbonato de sodio, Hidróxido de sodio, etc.

Acido: Ácido sulfúrico.

Dispersantes: Silicato de sodio.

2.2 Definición de términos básicos

- a. **Cabeza Mineral:** es la muestra que ingresa al proceso metalúrgico, por lo general proviene de la faja de los molinos primarios.
- b. **Flotación:** Es la separación del mineral valioso de la ganga.
- c. **pH:** nos indica el porcentaje de iones de hidrogeno presente en una solución y podemos decir que es acida, básica o neutra.
- d. **granulometría:** Se refiere al tamaño de las partículas dentro de un mineral, se expresa según el número de mallas o micras según las normas.
- e. **Mena:** es el mineral el cual tiene un valor para un fin en específico.
- f. **Concentrado:** Es el producto de la etapa proveniente de la flotación donde tiene un contenido metálico de interés para su venta.
- g. **Optimización:** consiste en buscar los mejores resultados, es decir, aumentar la eficiencia o también usar los recursos de manera correcta.
- h. **Relave.:** Parte final de algún proceso metalúrgico, donde no hay interés de algún metal a recuperar en dicha planta.

- i. **Cobre:** elemento metálico maleable, que en la naturaleza lo encontramos mezclado con otros minerales o materiales.
- j. **Proceso:** es el conjunto de procedimientos de un fenómeno artificial o natural.

2.3 Hipótesis de investigación

2.3.1 Hipótesis general

Realizado un adecuado tratamiento por flotación de zinc según su grado de molienda a nivel experimental.

2.3.2 Hipótesis específicas

Realizando pruebas a diferentes grados de liberación se obtendrán el grado adecuado para la recuperación de zinc.

Realizando un estudio de investigación también se tendrán parámetros operativos para el proceso industrial.

3.1 Operacionalización de las variables

Tabla 1 Operaciones de las variables de estudio.

Variable	Definición	Dimensiones	Indicador
Independiente			
Flotación y cianuración	- Operación unitaria metalúrgica de separación de las menas de las gangas.	Parámetro	- Liberación. - Tiempo
Dependiente			
Concentración y extracción	- Procedimiento para elevar la calidad de las menas con valor agregado.	Calidad	- Ley - Recuperación
Intervinientes.			
		Control	- Densidad de pulpa. - Fuerza de cianuro. - pH. - Agitación. - Dosificación de reactivos de flotación.

Nota: Diseñado por el autor de acorde las variables de estudio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de Investigación.

Se trata de un enfoque experimental en el cual el tesista manipula las variables, con la finalidad de observar las repercusiones de las modificaciones realizadas y así corroborar la hipótesis planteada (Bernal, 2010).

Según el propósito es de tipo aplicada

Tomando en cuenta los aspectos de la investigación es comparativa, debido a que se aplican técnicas para regular, mejorar y evaluar los resultados.

3.1.2. Diseño de la Investigación.

Experimental, ya que se varían las variables independientes con el fin de observar cómo influyen sobre la variable dependiente en una situación controlada (Fernandez C., 2014).

3.1.3. Enfoque de la Investigación.

Según Fernández (2014), el estudio adopta un enfoque cuantitativo, dado que implica la cuantificación de las variables bajo investigación y la recopilación de datos se basa en mediciones numéricas. Además, se emplea un análisis estadístico para verificar la hipótesis planteada (p. 147).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Consiste en el mineral del proyecto de la mina de AF Copper.

3.2.2 Muestra

Representado por el muestreo en canales de los mantos del proyecto Planta Concentradora Miculla Alto empresa minera AF Copper SAC.

3.3 Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Técnicas a emplear.

a. Observación sistemática Directa.

Se observara durante todo el proceso de desarrollo de la indagación.

b. Observación Sistemática Indirecta.

Con ella analizaremos y evaluaremos la revisión literaria relacionada a nuestro tema de indagación.

c. Observación experimental.

Para reconocer el comportamiento de las variables al momento de realizaron la experimentación.

d. Otras Técnicas.

Cuestionario.

3.3.2. Instrumentos a emplear

- a. Ficha de observación.
- b. Check list.
- c. Libreta de notas.
- d. Equipos fotograficos

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Se realizará un análisis estadístico y matemático empleando herramientas de cálculo como Excel, JKSINMET, MOLYCOP TOOLS y MINITAB 16. Posteriormente, los datos recopilados se representarán utilizando instrumentos estadísticos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1. Condiciones de flotación.

La ley de ingreso para el proceso de flotación es de 7.81% de zinc. En los tratamientos se empleó una celda Denver Sub-A de 2300L con velocidad variable, realizándose la flotación rougher a 1800 rpm. Se llevaron a cabo 5 pruebas de flotación por lotes a diferentes granulometrías (% - malla 200) para obtener la cantidad adecuada de concentrado de zinc.

A) % HUMEDAD DEL MINERAL

Figura 3 % Humedad



AF COPPER S.A.C

% HUMEDAD DEL MINERAL

PESO (gramos)	
PESO DE LA TARA + MINERAL	W1
PESO DE LA TARA MINERAL SECADO	W2
PESO DE LA TARA	WF
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%H


FECHA	
EJECUTA	JESUS MACALUPU
TURNO	DIA
CODIGO DE MUESTRA	

% HUMEDAD								
N° MUESTRAS	W1	W2	WF	%H	SD	CV	L5	LI
BANDEJA 1	1300.33	1380.80	380.23	2.04	1.75	0.13	3.80	0.29
BANDEJA 2	1385.33	1384.9	382.14	2.04			3.79	0.28
BANDEJA 3	1368.22	1387.6	379.15	2.04			3.80	0.29
				2.04			3.8	0.3

VERDADERO

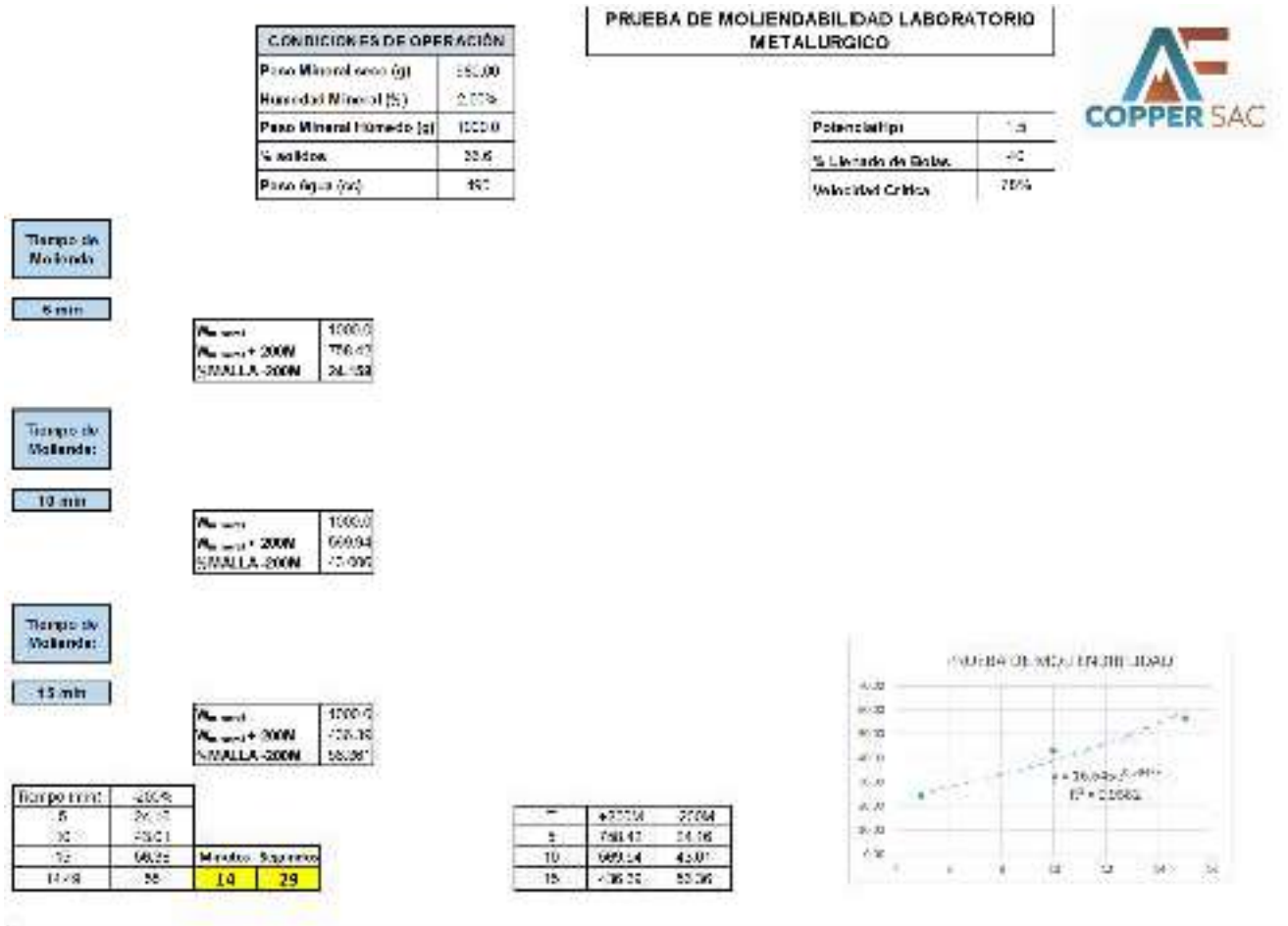
B) Gravedad Especifica

Figura 4 Gravedad Especifica

		AF COPPER S.A.C										
		GRAVEDAD ESPECIFICA DEL MINERAL										
PESO (gramos) PESO DE LA FIDLA PF PESO DEL MINERAL PM PESO DE LA FIDLA + MINERAL PFM PESO DE LA FIDLA + MINERAL + AGUA PFMA PESO DEL AGUA PA VOLUMEN DEL MINERAL VM GRAVEDAD ESPECIFICA GE							FECHA EJECUTA JESUS MACALLPU TURNO DIA CODIGO DE MUESTRA					
GRAVEDAD ESPECIFICA												
N° MUESTRAS	PF	PM	PFM	PFMA	PA	VM	G.E	SD	CV	L5	LI	
FIDLA 1	37.38	5.24	42.62	50.82	48.34	1.63	3.22	0.02	0.04	3.22	3.22	
FIDLA 2	37.37	5.19	42.56	50.83	48.37	1.63	3.19			3.20	3.17	
FIDLA 3	37.34	5.25	42.59	50.96	48.37	1.63	3.22			3.24	3.21	
							3.21			3.22	3.19	
							VERDADERO					

C) Prueba de Moliendabilidad

Figura 5 Prueba de Moliendabilidad



D) Prueba de Flotacion Nº1

Tabla 2 Condición y Dosificación de Reactivos Prueba de Flotacion Nº1

Especificaciones	Tiempo (min)	Condiciones						
		% -200m	pH	CuSO4	Z-6	D-250	NaSO2	MIBC
Molienda	14.5	55					80	
Acondicionamiento	5		11	500	300	20		40
Flotacion Rougher	9							
Flotacion Scavenger	5		11	300	200	10		20

Figura 6 Esquema de Flotación N°1

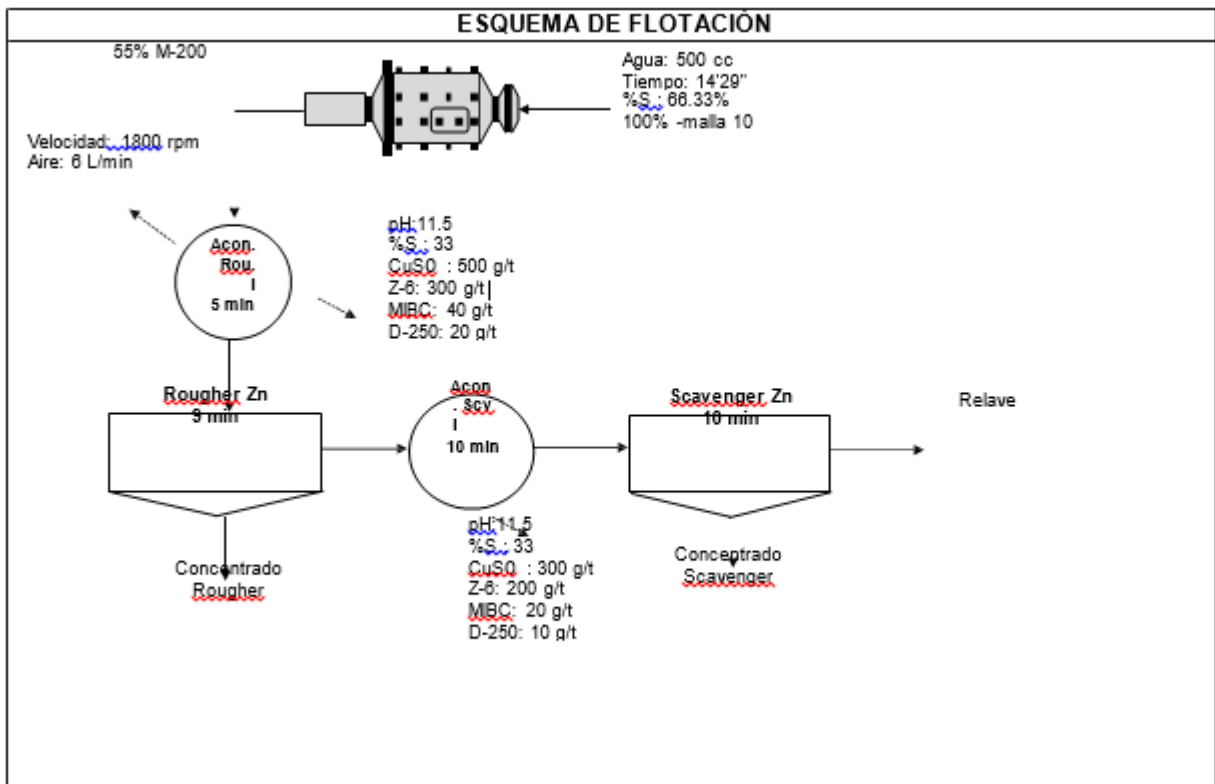


Tabla 3 Condición y Dosificación de Reactivos Prueba de Flotacion N°2

Especificaciones	Tiempo							
		% -200m	pH	CuSO ₄	Z-6	D-250	NaSO ₂	MIBC
Condiciones	(min)							
Molienda	15.14	58					80	
Acondicionamiento	5		11	500	300	20		40
Flotacion Rougher	9							
Flotacion Scavenger	5		11	300	200	10		20

Figura 7 Esquema de Flotación N°2

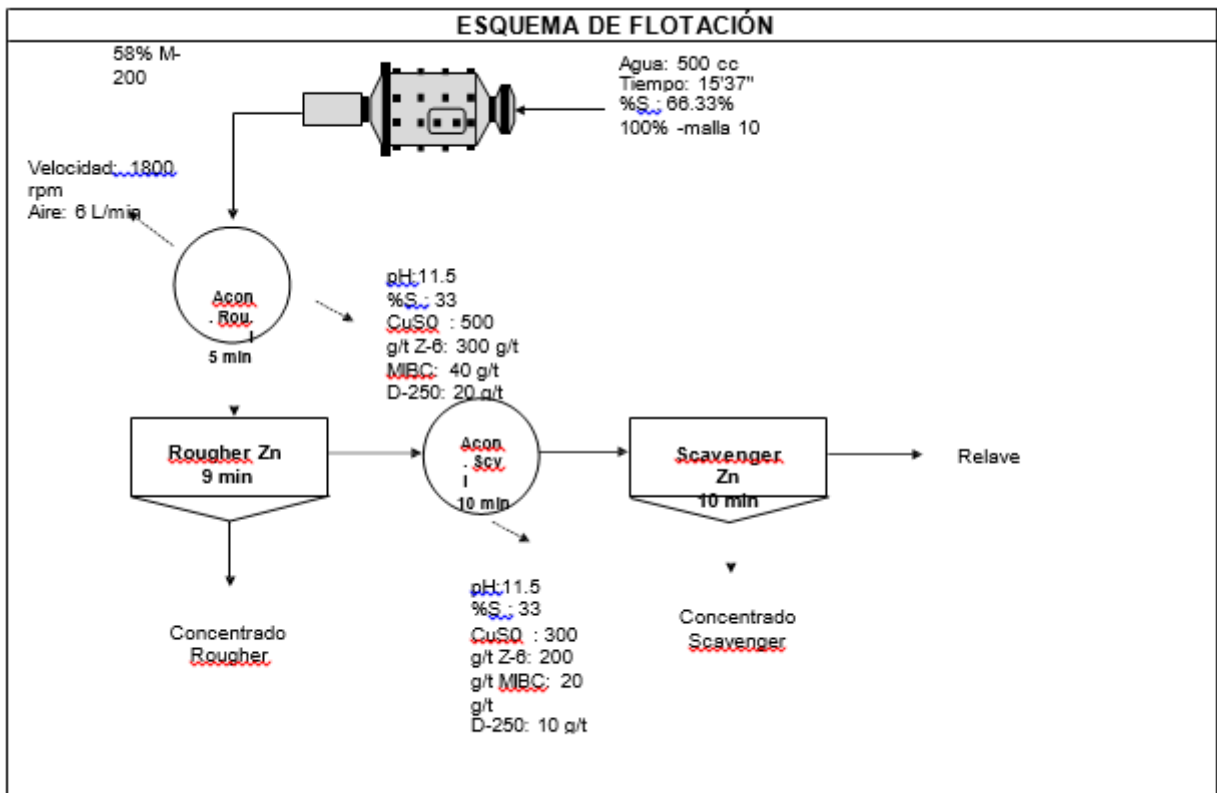


Tabla 4 Condición y Dosificación de Reactivos Prueba de Flotación N°3

Especificaciones	Tiempo	Condiciones						
		% -200m	pH	CuSO ₄	Z-6	D-250	NaSO ₂	MIBC
Molienda	16.22	60					80	
Acondicionamiento	5		11	500	300	20		40
Flotación Rougher	9							
Flotación Scavenger	5		11	300	200	10		20

Figura 8 Esquema de Flotación N°3

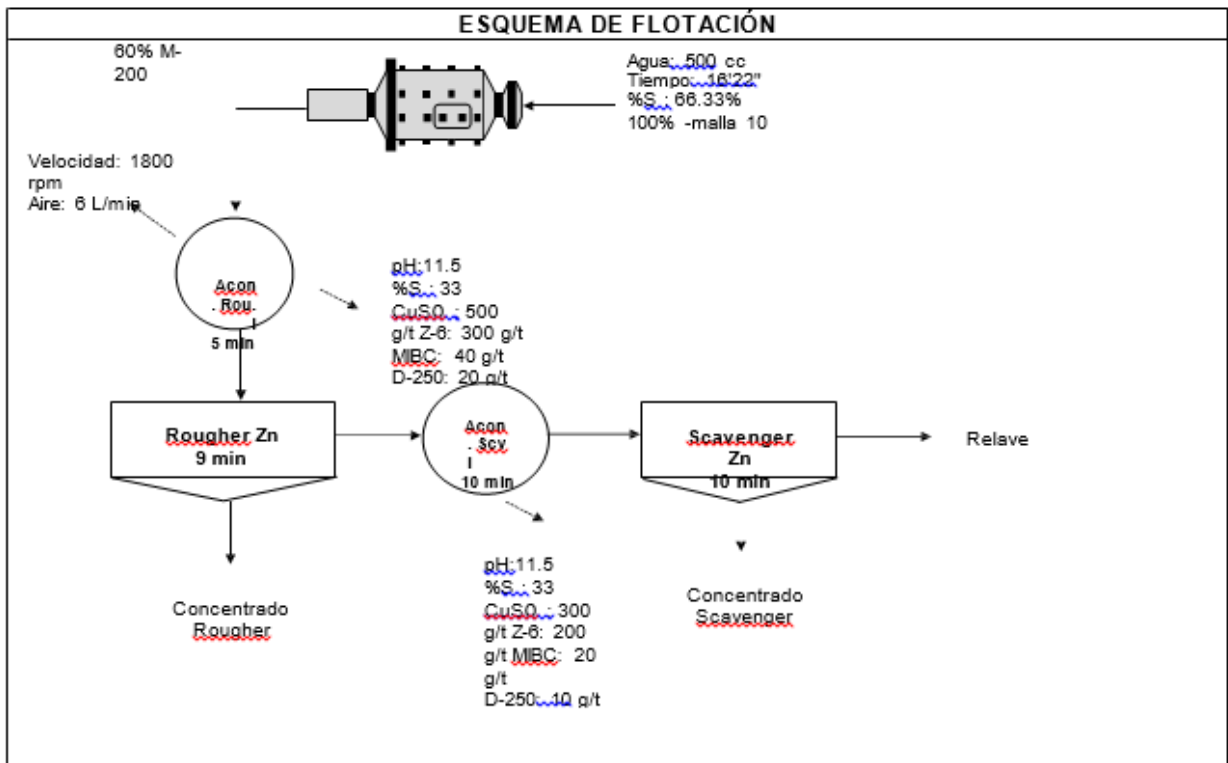


Tabla 5 Condición y Dosificación de Reactivos Prueba de Flotacion N°4

Especificaciones	Tiempo							
		% -200m	pH	CuSO ₄	Z-6	D-250	NaSO ₂	MIBC
Condiciones	(min)							
Molienda	17.07	62					80	
Acondicionamiento	5		11	500	300	20		40
Flotacion Rougher	9							
Flotacion Scavenger	5		11	300	200	10		20

Figura 9 Esquema de Flotación N°4

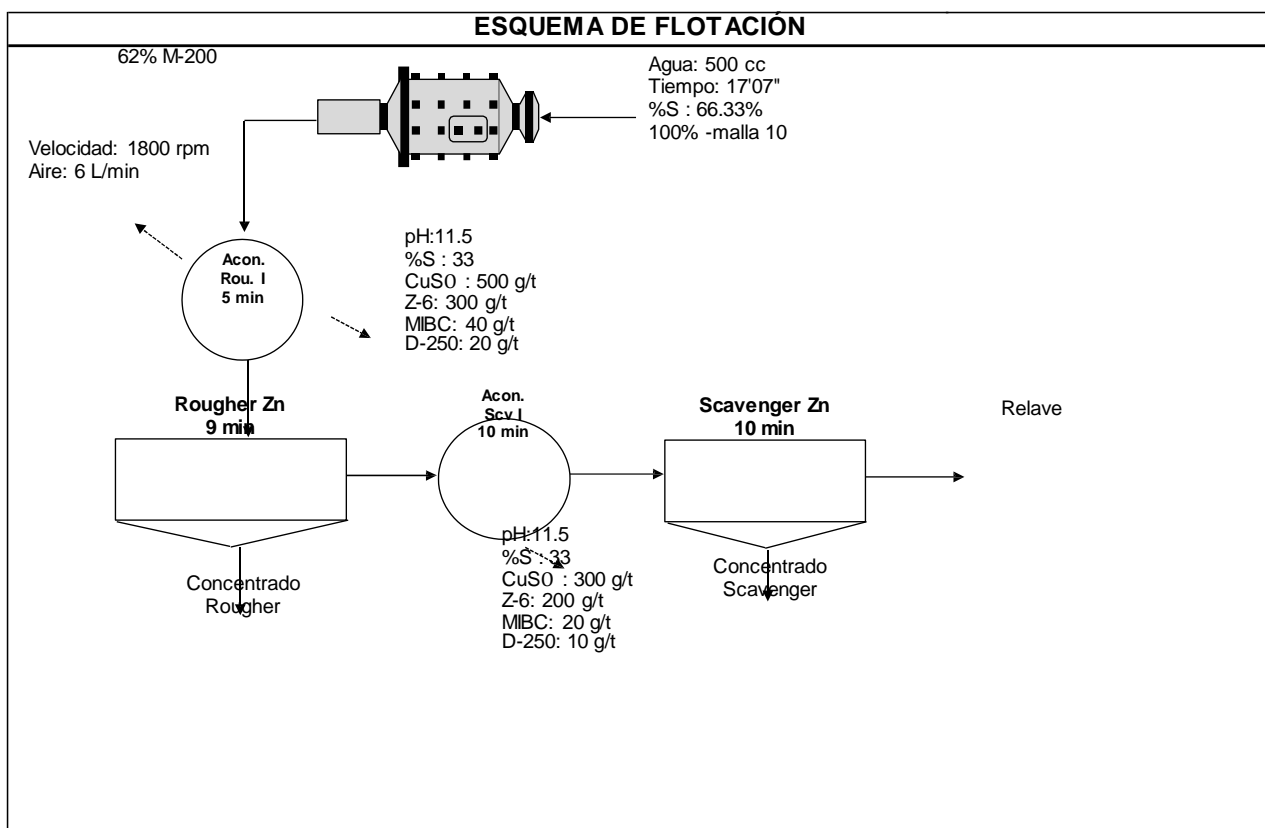
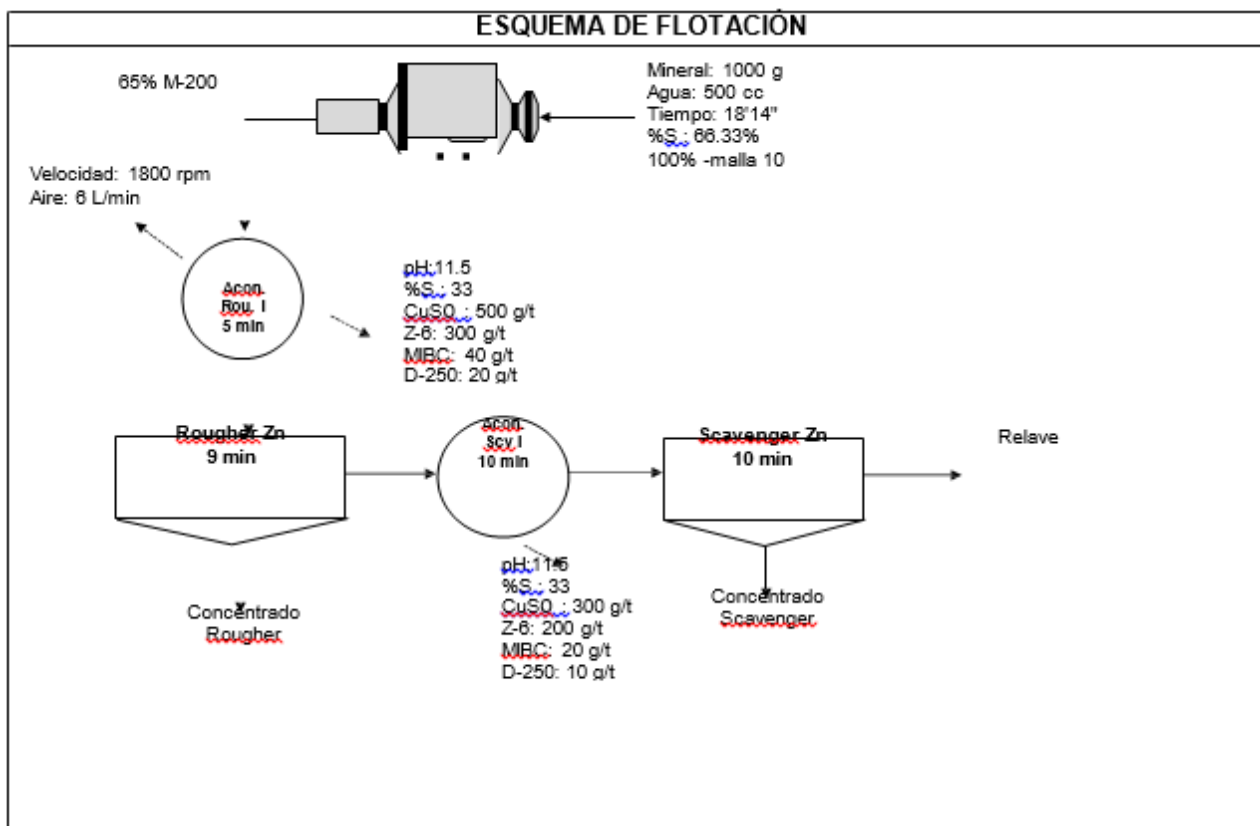


Tabla 6 Condición y Dosificación de Reactivos Prueba de Flotacion N°5

Especificaciones	Tiempo	Condiciones						
		% -200m	pH	CuSO ₄	Z-6	D-250	NaSO ₂	MIBC
Molienda	18.14	65					80	
Acondicionamiento	5		11	500	300	20		40
Flotacion Rougher	9							
Flotacion Scavenger	5		11	300	200	10		20

Figura 10 Esquema de Flotación N°5

ESQUEMA DE FLOTACIÓN



4.2. Balance Metalúrgico.

Se llevo a cabo 5 ensayos de flotacion a distintos tiempos de molienda, donde se evaluó la recuperación en función al grado de liberación, el balance metalúrgico tiene como resultado la obtención estimada de concentrado producido, contenido de finos, ley de concentrado, recuperación y ratios.

Tabla 7 Balance Metalúrgico de la Prueba N°1

Producto	Peso, g	Peso, %	% Ley Zn	% Rec. Zn	Contenido M.	Ratio
Concentrado Rougher	138.3	13.83	40.0	84.39	55.32	7.23
Concentrado Scavenger	43.8	4.38	7.49	5.00	3.28	
Relave	817.9	81.79	0.85	10.61	6.95	
Cabeza Calculada	1000.0	100.00	6.56	100.00	65.55	
Cabeza ensayada			7.8			

Tabla 8 Balance Metalúrgico de la Prueba N°2

Producto	Peso, g	Peso, %	% Ley Zn	% Rec. Zn	Contenido M.	Ratio
Concentrado Rougher	202.5	20.25	26.22	88.85	53.10	4.94
Concentrado Scavenger	96.4	9.64	1.24	2.00	1.20	
Relave	701.1	70.11	0.78	9.15	5.47	
Cabeza Calculada	1000.0	100.00	5.98	100.00	59.76	
Cabeza ensayada			7.81			

Tabla 9 Balance Metalúrgico de la Prueba N°3

Producto	Peso, g	Peso, %	% Ley Zn	% Rec. Zn	Contenido M.	Ratio
Concentrado Rougher	171.2	32.18	33.51	86.87	57.37	5.84
Concentrado Scavenger	96.8	8.40	3.06	4.49	2.96	
Relave	732.0	0.72	0.78	8.64	5.71	
Cabeza Calculada	1000.0	41.30	6.60	100.00	66.04	
Cabeza ensayada			7.81			

Tabla 10 Balance Metalúrgico de la Prueba N°4

Producto	Peso, g	Peso, %	% Ley Zn	% Rec. Zn	Contenido M.	Ratio
Concentrado Rougher	205.8	20.58	27.42	91.06	56.44	4.86
Concentrado Scavenger	110.7	11.07	2.6	4.64	2.88	
Relave	683.5	68.35	0.39	4.30	2.67	
Cabeza Calculada	1000.0	100.00	6.20	100.00	61.98	
Cabeza ensayada			7.81			

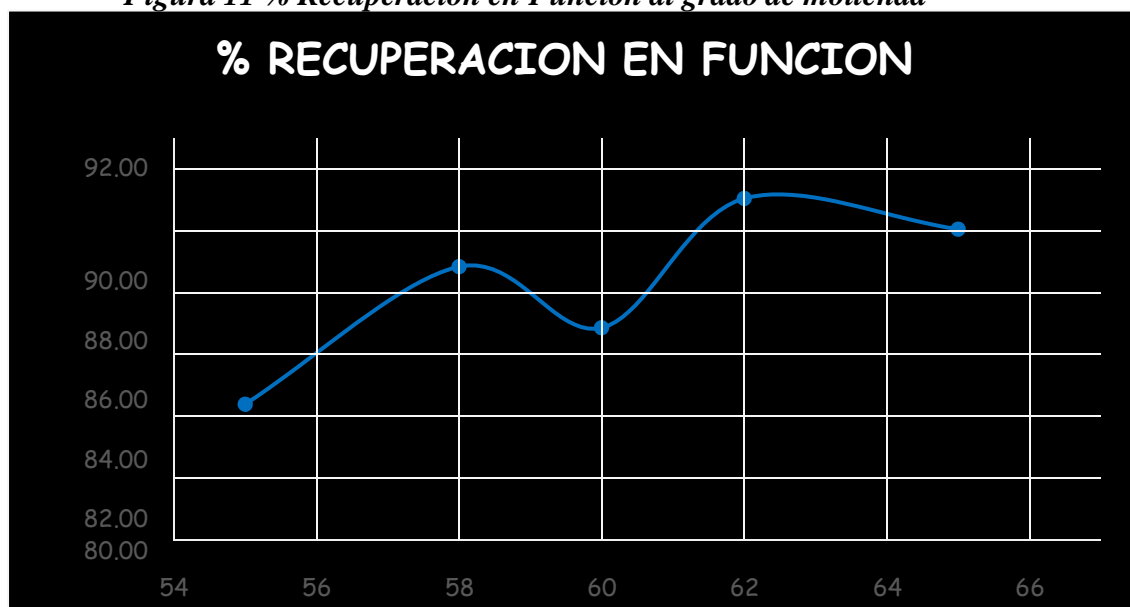
Tabla 11 Balance Metalúrgico de la Prueba N°5

Concentrado Rougher	171.2	17.12	33.51	90.06	57.37	5.84
Concentrado Scavenger	96.8	9.68	3.06	4.65	2.96	
Relave	732.0	73.20	0.46	5.29	3.37	
Cabeza Calculada	1000.0	100.00	6.37	100.00	63.70	
Cabeza ensayada			7.81			

Tabla 12 Resumen de Balance Metalúrgico de las Pruebas de Flotacion

N°PRUEBAS	%MALL 200	%RECUPERACIÓN
PRUEBA N°1	55	84.39
PRUEBA N°2	58	88.85
PRUEBA N°4	60	86.87
PRUEBA N°5	62	91.06
PRUEBA N°3	65	90.06

Figura 11 % Recuperación en Función al grado de molienda



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

En esta indagación sobre cómo alcanzar la mejor recuperación, se realizaron pruebas en el laboratorio de metalurgia de la empresa para identificar la recuperación óptima en relación con el grado de molienda a través de la flotación selectiva de zinc. Se observa que al ajustar correctamente las condiciones en las pruebas, la desviación típica y el nivel de error disminuyen significativamente. Además, durante la preparación y el cuarteo de los ensayos en el laboratorio metalúrgico, el metalurgista procede a caracterizar la muestra, determinando el porcentaje de humedad, granulometría efectiva, moliendabilidad, preparando así las corridas metalúrgicas.

La diferencia para (ECHAUDAIS CHAVEZ Evelyn Xiomara) en su trabajo de investigación, concluye que,

1. Después de examinar la composición química del mineral polimetálico, se observa que la mayor concentración corresponde al plomo (Pb) con un 2.23%, seguido del zinc (Zn) con un 2.47%.
2. La granulometría más adecuada para lograr una extracción aceptable de Pb del mineral es de 67.60% de mineral acumulado pasante Ac (-), la malla de referencia es de -100. y el tiempo es de 16 minutos.
3. La dimensión de la partícula adecuada para una aceptable extracción de Pb es realizar un pos tratamiento empleando una malla de -100.

mineral pase por la malla -100, siendo este el control indispensable para su mejor proceso de flotación. (ECHAUDAUDIS CHAVEZ Evelyn Xiomara, 2017, pág. 67).

La diferencia para este caso es su porcentaje de malla -200 en pocas palabras su liberación es mayor y que es monometalico.

La diferencia para este caso:

En su trabajo (Vargas, 2016) sobre, llego a la conclusión lo siguiente:

La recuperación de cobre fue del 71.334% a un pH de 8.5 y una granulometría del 55% en malla 200, y se obtuvo una relación directamente proporcional entre ambas variables. Además, se logró una recuperación del 86.667% a un pH de 11.5 y una granulometría del 65% en malla 200 (Vargas, 2016, pág. 7).

En este caso solo es el tipo de mineral ambos tienen la misma base el grado de molienda.

Para (Chamorro, 2005), concluye lo siguiente:

A través de la experimentación, se examinaron las variables que inciden en la flotación del zinc. Durante la fase de optimización, se identificaron las dosis óptimas de CuSO_4 , lo que permitió reducir el consumo de este reactivo y mejorar la recuperación de zinc. Se utilizó el software Statgraphic Plus Versión 4.1 para analizar y procesar los datos recopilados. Se determinó que los parámetros más significativos son la cantidad de CuSO_4 y el control de la alcalinidad de la pulpa, ya que su ajuste adecuado asegura una activación óptima del mineral. (Chamorro, 2005, pág. 77)

En este caso disminuye el consumo de reactivos para la optimización, mientras que en la investigación desarrollada es mediante el grado de molienda

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Finalizadas las pruebas metalúrgicas podemos determinar cuál es el mejor camino a tomar para el procesamiento de la Planta.

Las experimentaciones realizadas en el laboratorio metalúrgico, fueron contrastadas para determinar cuál es el más adecuado.

Considerar que el fierro es un limitante para obtener calidades altas, para contrarrestar ese tema aumentamos la recuperación.

6.2 Recomendaciones

Se debe llevar a cabo una adecuada preparación de reactivos y buen pulso en el paleteo durante la corrida metalúrgica-

Mantener limpio al reactor de flotación y molienda.

Realizar ensayos diarios, ya que la investigación es buena para la optimización de procesos realizado reduciendo cuellos de botellas, cosas, aumentando recuperación.

REFERENCIAS

7.1 Fuentes bibliográficas

Andrews, J. (2012). Diseño de procesos para recuperar oro y plata desde el depósito de relaves de minera meridian. *Titulo profesional*. Pontifica universidad católica de Valparaíso, Valparaíso. Obtenido de http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-4500/UCF4959_01.pdf


APONTE HUAMÁN, M., & CALDERÓN DAVIRÁN, I. F. (2014). VALIDACION DE UN METODO DE ANALISIS POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA PARA MINERALES DE PLOMO EN LABORATORIO DEL GRUPO GLENCORE UNIDAD MINERA SANTANDER-TREVALI. *Titulo Profesional*. UNIVERSIDAD CENTRO DEL PERU, HUANCAYO.

Azañero, A., Aramburú, V., Quiñones, J., Puente, L., Cabrera, M., Falconí, V., . . . Medina, A. (2010). Tratamiento hidrometalúrgico del oro diseminado en piritita y arsenopiritita del relave de flotación. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 12. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v13_n25/pdf/a01v13n25.pdf


Azuñero, A. (2015). *Flotación y concentración de minerales*. Lima: Editorial colecciones Jovic.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Chía: Pearson.

ANEXOS

		AF COPPER S.A.C				
		REPORTE CORTE DE FAJA PLANTA CONCENTRADORA AF COOPER				
FECHA	16/07/2012	TONELAJE (TID)	Mol 3 x 5'	60		
JEFE DE TURNO	NO. RENZO GONZALES		Mol 3 x 4'			
CORTE DE FAJA		GUARDIA	B	PLANTA		
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">TONELADAS/DIA</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">4.40</td> </tr> </table>	TONELADAS/DIA	4.40
TONELADAS/DIA	4.40					
HORA	PESO DE FAJA (Kg)	FACTOR DE FAJA	TONELADAS/HORA			
1	7.3	ARRANQUE DE PLANTA				
2	08:00	0.545	2.69	1.47		
3	09:00	0.545	2.69	1.47		
4	10:00	0.545	2.69	1.47		
5	PARADA DE PLANTA					
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

ANEXO 1 Reporte de corte de faja

		AF COPPER S.A.C																																					
		BALANCE METALURGICO																																					
FECHA	16/07/2012	JEFE DE TURNO	Ing. Renzo Gonzales	GUARDIA	A	PLANTA CONCENTRADORA																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">COMPONENTES</th> <th style="width: 10%;">PESO TMS</th> <th style="width: 10%;">PESO %</th> <th style="width: 10%;">Ley % Zn</th> <th style="width: 10%;">CONTENIDO N (Zn)</th> <th style="width: 10%;">%DISTRIBUCION (Zn)</th> <th style="width: 10%;">RATIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alimentacion</td> <td>4.40</td> <td>100.00</td> <td>5.08</td> <td>0.2235</td> <td>100.00</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">10.28</td> </tr> <tr> <td>Concentrado Zn</td> <td>0.43</td> <td>9.72</td> <td>45.68</td> <td>0.1965</td> <td style="color: red;">17.91</td> </tr> <tr> <td>Relave</td> <td>3.97</td> <td>90.28</td> <td>0.88</td> <td>0.0270</td> <td>12.09</td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td style="text-align: center;">100.00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							COMPONENTES	PESO TMS	PESO %	Ley % Zn	CONTENIDO N (Zn)	%DISTRIBUCION (Zn)	RATIO	Alimentacion	4.40	100.00	5.08	0.2235	100.00	10.28	Concentrado Zn	0.43	9.72	45.68	0.1965	17.91	Relave	3.97	90.28	0.88	0.0270	12.09						100.00	
COMPONENTES	PESO TMS	PESO %	Ley % Zn	CONTENIDO N (Zn)	%DISTRIBUCION (Zn)	RATIO																																	
Alimentacion	4.40	100.00	5.08	0.2235	100.00	10.28																																	
Concentrado Zn	0.43	9.72	45.68	0.1965	17.91																																		
Relave	3.97	90.28	0.88	0.0270	12.09																																		
					100.00																																		

ANEXO 2 Balance Metalurgico

[Indique los nombres y apellidos completos del asesor o director]
ASESOR

[Indique los nombres y apellidos completos del presidente]
PRESIDENTE

[Indique los nombres y apellidos completos del secretario]
SECRETARIO

[Indique los nombres y apellidos completos del primer vocal]
VOCAL

**NOTA: PARA LLENAR ESTOS DATOS OBSERVE LOS GRADOS DE LOS DOCENTES EN LAS RESOLUCIONES DE NOMBRAMIENTO DE JURADOS Y
ASESOR**