

Universidad Nacional
"José Faustino Sánchez Carrión"



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
METALÚRGICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALURGICA

“EFECTO DEL DANAFLOAT 096 EN EL TRATAMIENTO DE
MINERALES POLIMETÁLICOS PARA LA RECUPERACIÓN DE
PLOMO EXPERIMENTALMENTE REALIZADO EN EL CENTRO DE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE MATERIALES
–2019”

“TESIS”

PARA OPTAR EL TÍTULO DE PROFESIONAL DE INGENIERO
METALURGICO

Autor:

NICASIO MONTALVO, CRISTIAN ROMARIO

Asesor:

NATIVIDAD HUASUPOMA, DELICIAS EUFEMIA

C.I.P. N° 85351

Huacho - Perú

2019

“EFECTO DEL DANAFLOAT 096 EN EL TRATAMIENTO DE
MINERALES POLIMETÁLICOS PARA LA RECUPERACIÓN DE
PLOMO EXPERIMENTALMENTE REALIZADO EN EL CENTRO DE
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE MATERIALES
–2019”

.....

Dr. RUIZ SÁNCHEZ, BERARDO BEDER

Presidente

.....

M(o). ABARCA RODRIGUEZ, JOAQUIN
JOSE

Secretario

.....

M(o). IPANAQUE ROÑA, JUAN
MANUEL

Vocal

.....

M(o) NATIVIDAD HUASUPOMA, DELICIAS EUFEMIA

Asesor

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, por su apoyo incondicional para lograr mis metas, a ellos cada una de estas líneas se las dedico.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme vivir día a día y a mis padres por acompañarme este largo viaje para lograr y hacer realidad mi vocación Profesional.

Mi gratitud a todos los docentes de la U.N.J.F.S.C, F.I.QyM y E.P. Ing. Metalúrgica, por darme las herramientas para afrontar los retos, orientación, consejos.

PENSAMIENTO

“Cada vez que decimos; No sé, nos cerramos la puerta de nuestra propia fuente de sabiduría, que es infinita”

(Louise L. Hay)

INDICE

PORTADA	i
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PENSAMIENTO.....	v
INDICE	vi
ÍNDICE DE TABLA.....	x
ÍNDICE DE FIGURA	xi
ÍNDICE DE ANEXO	xii
GLOSARIO DE ABREVIATURAS	xiii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	4
1.2 Formulación del problema.....	4
1.2.1 Problema general.....	4
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivo específico	5
1.4 Justificación de la investigación	6
1.4.1. Justificación Práctica.....	6

1.4.2.	Justificación Metodológica.....	6
1.4.3.	Justificación Técnica.....	7
1.4.4.	Justificación Social.....	7
1.4.5.	Justificación Económica.....	7
1.5	Delimitación del estudio.....	7
1.5.1.	Delimitación Territorial.....	7
1.5.2.	Delimitación Tiempo y Espacio.....	8
1.5.3.	Delimitación de Recursos.....	8
1.6	Viabilidad del estudio.....	8
CAPITULO II.....		9
MARCO TEORICO.....		9
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	9
2.1.1.	Antecedentes nacionales.....	9
2.1.2.	Antecedentes internacionales.....	14
2.1.3.	Otras investigaciones.....	22
2.2.	Bases Teóricas.....	25
2.2.1.	Flotación.....	25
2.2.2.	Variables del proceso de flotación.....	25
2.2.3.	Reactivos de flotación.....	27
2.2.4.	Clasificación de los reactivos de flotación.....	28
2.2.4.1.	Colectores.....	28
2.2.4.2.	Espumantes.....	30
2.2.4.3.	Modificadores.....	30
2.3.	Definiciones conceptuales.....	32
2.4.	Formulación de la Hipótesis.....	33

2.4.1. Hipótesis General	33
2.4.2. Hipótesis Específicos	33
CAPITULO III	35
METODOLOGIA	35
3.1. Diseño Metodológico	35
3.2. Población y Muestra	36
3.3. Operacionalización de Variables e indicadores	37
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.5. Técnicas para el procesamiento de la información.....	39
CAPITULO IV	40
RESULTADOS	40
4.1. Condiciones de trabajo experimental.....	40
4.1.1. Dosificación de pruebas experimentales preliminares.	40
4.1.2. Condiciones de pruebas experimentales con D-096 y Z-11.....	40
4.2. Resultados.....	42
4.2.1. Resultados preliminares.	42
4.3. Resultados de las pruebas experimentales con D-096 y Z-11	44
4.4. Análisis de la calidad y recuperación de plomo zinc y plata.	48
CAPÍTULO V	52
DISCUSIÓN CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1. Discusión.	52
5.2. Conclusiones.....	53
5.3. Recomendaciones.	55
CAPÍTULO V	56
FUENTES DE INFORMACION	56

5.1. Fuentes Bibliográficas 56

ANEXOS..... 59

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Operaciones de las variables de estudio.....	37
Tabla 2 condiciones de flotación preliminar	40
Tabla 3 condiciones de las pruebas experimentales con el colector D-096 y Z-11	41
Tabla 4 Balance metalúrgico de Pruebas estándares.....	42
Tabla 5 Balance metalúrgico de segunda prueba D-096 y Z-11.....	42
Tabla 6 Balance metalúrgico de segunda prueba D-096, Z-11, MT-3682.....	43
Tabla 7 Resumen de la recuperación preliminar con el colector D-096, Z-11 y MT-3682.....	43
Tabla 8 primera prueba con D-096 25 g/t, Z-11 25 g/t.....	44
Tabla 9 Segunda prueba con D-096 25 g/t, Z-11 25 g/t.....	45
Tabla 10 Tercera prueba con D-096 60 g/t, Z-11 40 g/t.....	45
Tabla 11 Cuarta prueba con D-096 60 g/t, Z-11 20 g/t.....	46
Tabla 12 Quinta prueba con D-096 14 g/t, Z-11 55 g/t.....	47
Tabla 13 Sexta prueba con D-096 56 g/t, Z-11 20 g/t.....	47
Tabla 14 Colector calidad y recuperación de plomo, zinc y plata	48

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Variables del proceso de flotación	26
Figura 2 Clasificación de los reactivos de flotación.....	28
Figura 3 Calidad de concentrado de plomo en función de D-096 y Z-11	49
Figura 4 Recuperación de plomo en función de D-096 y Z-11	50
Figura 5 Calidad del zinc en el concentrado en función de D-096 y Z-11.....	50
Figura 6 Recuperación de zinc en función de D-096 y Z-11	51
Figura 7 Recuperación de plata en función de D-096 y Z-11	51

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Matriz de consistencia general.....	60
Anexo 2 Matriz de consistencia específico.	61
Anexo 3 Dosificación y consumo de reactivos	62
Anexo 4 Pesos y leyes de las pruebas de flotación	62
Anexo 5: Análisis de regresión: %Pb vs. D-096 (g/t); Z-11(g/t)	63
Anexo 6 Análisis de regresión: %Zn vs. D-096 (g/t); Z-11(g/t)	64
Anexo 7 Análisis de regresión: Pb vs. D-096 (g/t); Z-11(g/t).....	65
Anexo 8 Análisis de regresión: Zn vs. D-096 (g/t); Z-11(g/t).....	66
Anexo 9 Análisis de regresión: Ag vs. D-096 (g/t); Z-11(g/t).....	67

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

#	: Numero
#200	: Malla 200
\$us/ton	: Dólares por toneladas
%	: Porcentaje
&	: i
´	: Pies
“	: Pulgadas
µm	: Micras
-200m	: Pasante malla 200
C.I.A	: Compañía
F80	: Ochenta porcientos pasantes en la alimentación
g/t	: Gramos por toneladas métricas
Hp	: Horse Power (caballo de fuerza)
kg/t	: Kilogramos por toneladas métricas
Kw-h/TM	: Kilo watt hora por tonelada métrica
mg/l	: Miligramos por litro
min	: Minutos
mV	: Milivoltios
oz/t	: Onzas por toneladas métricas
pág.	: Pagina
págs.	: Paginas
pH	: Potencial de hidrogeno
s/f	: Sin fecha
USGS	: Servicios geológicos de los estados unidos

RESUMEN

En el trabajo sobre “efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos para la recuperación de plomo experimentalmente realizado en el centro de investigación y desarrollo tecnológico de materiales –2019”, el objetivo es el efecto del colector D-096 en la recuperación de minerales de plomo. Respecto a su metodología es una investigación experimental, cuantitativa, predictiva generador de resultados, desarrollado a nivel de laboratorio. Como resultado que el grado de concentración mejora con D-096, a un más con MT-3682 mejora la recuperación del zinc, el colector D-096 tiene un efecto positivo en la calidad y recuperación del plomo y plata, pero no afecta al zinc en su recuperación, el rango de calidad para el plomo para que sea mayor a 55% cuando D-096 está de 57.71 g/t a 60 g/t y Z-11 este entre 38.38 g/t a 41.59 g/t, y la recuperación entre 68.6% a 68.7% cuando D-096 es mayor a 53.33 g/t a 60 g/t y Z-11 este entre 35.85 g/t a 45.88 g/t. Para la plata la mejor recuperación que sea mayor a 60% cuando D-096 este entre 49.57 g/t a 58.15 g/t y Z-11 este entre 20.00 g/t a 26.88 g/t. Discerniendo de esa manera los objetivos planteados en el presente estudio.

Palabra clave: Colectores danafloat, flotación de plomo, Mejora de la recuperación, reactivos de flotación.

ABSTRACT

In the work on "effect of danafloat 096 in the treatment of polymetallic minerals for the recovery of lead experimentally carried out in the center of research and technological development of materials -2019", the objective is the effect of collector D-096 in the recovery of lead minerals. Regarding its methodology, it is an experimental, quantitative, predictive, results-generating research developed at the laboratory level. As a result of the degree of concentration improves with D-096, a further with MT-3682 improves the recovery of zinc, the collector D-096 has a positive effect on the quality and recovery of lead and silver, but does not affect zinc in its recovery, the quality range for lead to be greater than 55% when D-096 is 57.71 g / t to 60 g / t and Z-11 is between 38.38 g / t to 41.59 g / t, and the recovery between 68.6% to 68.7% when D-096 is greater than 53.33 g / t at 60 g / t and Z-11 this between 35.85 g / t at 45.88 g / t. For silver, the best recovery that is greater than 60% when D-096 is between 49.57 g / t to 58.15 g / t and Z-11 is between 20.00 g / t to 26.88 g / t. Discerning in this way the objectives set out in this study

Key Word: Danafloat collectors, lead flotation, Improvement of recovery, flotation reagents.

INTRODUCCIÓN

En el presente estudio sobre, efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos para la recuperación de plomo experimentalmente realizado en el centro de investigación y desarrollo tecnológico de materiales –2019, se tiene que para la recuperación por flotación de los minerales polimetálicos se usa reactivos como colector, espumantes y modificadores, dentro de los colectores se tiene los xantados, Aerofloat, Donafloat, etc. En el presente trabajo se vera de qué manera el uso de Donafloat y el xantato mejora la recuperación de los minerales de plomo, plata, zinc.

Los minerales para su flotación necesitan un colector para que sean recuperado y los reactivos de cadena de carbono larga permite una espumación y adsorción de los sulfuros valiosos para luego ser separado de los elementos que no tiene valor económico para nuestro propósito.

El reactivo DANAFLOAT 096, de acuerdo a la hoja técnica, es un colector del tipo ditiofosfato cresílico sódico, cuya fórmula empírica es $C_{14}H_{14}NaO_2PS_2$. Es de esperar propiedades espumantes en este reactivo. Su peso específico es de 1,18. (Danafloat, 2019)

Danafloat 096 tiene característica de espuma ligera y útil cuando se requiere un colector rápido, selectivo y activo. ha encontrado una gran aceptación, en la flotación de minerales de cobre-plomo-zinc. Su selectividad hacia los sulfuros de zinc y hierro no activados en estas aplicaciones suelen ser muy buenas. (Danafloat, 2019)

Por ello se emplea en el presente estudio con la finalidad de ver efecto que conllevan a la recuperación del plomo. Contrastando que tiene un efecto positivo en la flotación del plomo y plata y no en la flotación del zinc.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

En los procesos de la concentración de los minerales se utilizan diferentes tipos de reactivos como colectores, espumantes, modificadores, etc. Respecto a los colectores se busca uno que tenga propiedades de colección específico donde colecte los minerales deseados, con calidad y alto grado de recuperación, por ello se busca que los colectores tengan un bajo consumo con alta recuperación que sean efectivo, en las operaciones industriales.

Para satisfacer dichas exigencias es necesario buscar un colector específico para cada proceso en función de cada mineral a procesar y sus comportamientos de los minerales que uno desea concentrar, por ello es necesario realizar las pruebas experimentales donde se puede encontrar el reactivo a utilizar, rango de consumo, tiempo de flotación, etc.

En función de lo descrito se plantea el problema para la solución a nivel experimental como se describe en la formulación del problema.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema general

Dentro del proceso de la concentración de los minerales polimetálicos, se buscan reactivos que cumplan una efectividad en la recuperación de los valores por ello en este caso se plantea en la solución del problema el siguiente: ¿En qué medida tendrá efecto el danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos, en la recuperación de plomo a nivel experimental que se realizara en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales -2019?

1.2.2 Problemas específicos

Dentro de las incógnitas planteadas sobre el efecto del DANAFLOAT 096 colector del tipo ditiofosfato cresílico sódico se tiene:

- ¿En qué rango el donafloat 096 tendrá efecto en el tratamiento de los minerales polimetálicos, en la recuperación del plomo a nivel experimental que se realizará en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales -2019?
- ¿Será posible el empleo de donafloat 096 disminuir el empleo del colector Z-11 en el tratamiento de los minerales polimetálicos, en el concentrado de bulk respecto a su calidad y recuperación del plomo a nivel experimental que se realizara en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales -2019?
- ¿Cómo actúa la dosificación del donafloat 096 en el tiempo y desplazamiento en el tratamiento de minerales polimetálicos, en la recuperación y calidad del plomo en el concentrado?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

El objetivo principal en la recuperación de los valores de los minerales de plomo se considera el siguiente: Evaluar el efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos, para la recuperación de plomo a nivel experimental que se llevara a cabo el estudio en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales -2019.

1.3.2 Objetivo específico

Los objetivos planteados sobre el efecto del donafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos se tiene los siguientes:

- Evaluar el rango de dosificación del donafloat 096 que tendrá efecto en el tratamiento de los minerales polimetálicos, en la recuperación del plomo a nivel experimental que se realizará en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales -2019.
- Evaluar en qué medida el empleo de donafloat 096 disminuir el empleo del colector Z-11 en el tratamiento de los minerales polimetálicos, en el concentrado de bulk respecto a su calidad y recuperación del plomo a nivel experimental que se realizara en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales -2019.
- Evaluar cómo actuará la dosificación del donafloat 096 en el tiempo y desplazamiento en el tratamiento de minerales polimetálicos, en la recuperación y calidad del plomo en el concentrado.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación Práctica.

Al realizar la presente investigación sobre el efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos, para la recuperación de plomo a nivel experimental que se llevará a cabo el estudio en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales -2019, nos admitirá la concentración de minerales de plomo.

1.4.2. Justificación Metodológica.

Dentro de la metodología empleada en la investigación como: técnicas, métodos, instrumentos empelados y procedimientos, verificada su validez y confiabilidad alcanzarán, pueden ser empleada en otras investigaciones.

1.4.3. Justificación Técnica

El presente trabajo sobre, efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos, para la recuperación de plomo a nivel experimental que se llevará a cabo el estudio en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales -2019, nos permitirá una precipitación y calidad óptima.

1.4.4. Justificación Social.

Dentro de la investigación se mostrará que la actividad que se realiza en un futuro fomentará una confianza de la zona de influencia de donde se recaba las muestras de mineral.

1.4.5. Justificación Económica.

En el estudio sobre el efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos, para la recuperación de plomo a nivel experimental que se llevará a cabo el estudio en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales -2019, permitirá minimizar los gastos del proceso y aumento de ingresos económicos de los futuros trabajador.

1.5 Delimitación del estudio

1.5.1. Delimitación Territorial.

País	:	Perú
Departamento	:	Lima
Provincia	:	Huaura
Distrito	:	Huacho
Ciudad	:	Ciudad universitaria - UNJFSC

1.5.2. Delimitación Tiempo y Espacio.

La investigación se realizará en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales, durante el periodo de 2019.

1.5.3. Delimitación de Recursos.

Falta de disponibilidad de recursos económicos para llevar a cabalidad el trabajo de investigación, por ello los análisis químicos se realizarán en laboratorios de terceros y financiados por terceros.

1.6 Viabilidad del estudio

La realización de la presente investigación es viable, por cuanto se tiene los conocimientos teóricos, los medios técnicos y los recursos económicos necesarios. Así mismo, está asegurado el acceso a lugares de las fuentes de la información requeridas; también se cuenta con la autorización correspondiente del jefe del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales de la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, a efectos de llevar a cabo el correspondiente trabajo experimental.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales.

Para (Cuellar, 2008) en su trabajo de investigación, Optimización del tratamiento de los minerales combinados de cobre y plomo – zinc, mediante la modificación del sistema de flotación en la unidad de negocios de Yauricocha: concluye que,

Se ha desarrollado un Sistema de Flotación Selectiva para el tratamiento del mineral de Antacaca que reemplaza con éxito al Sistema de Flotación Colectiva-Selectiva empleado anteriormente. El sistema propuesto aprovecha la diferente flotabilidad exhibida por los minerales de Pb y Cu en sistemas simples, acentuando esta diferencia para recuperarlos en circuitos independientes. El tratamiento anteriormente empleado atenuaba estas diferencias para recuperarlos en un concentrado común, primero, y separarlos luego en un circuito adicional. El tratamiento propuesto no requiere, por ello, de un circuito adicional de separación Cu-Pb.

El sistema propuesto resuelve el objetivo prioritario planteado al iniciarse el presente estudio, cual era mejorar sustancialmente los resultados obtenidos en la separación Cu/Pb del mineral combinado y/o mineral de Antacaca. La solución planteada no se ha limitado a la separación Cu/Pb y engloba la flotación del mineral fresco. La aplicación del sistema propuesto permitirá incrementar el valor de venta del mineral de Antacaca en US\$ 6.95 por TM con respecto al valor obtenido con el tratamiento anterior.

En términos relativos este incremento equivale a un incremento del 65% en el valor de los concentrados de Cu y Pb recuperados anteriormente.

El objetivo de mejorar la calidad de los concentrados de Cu y Pb también ha sido cumplido; durante el estudio se obtuvieron concentrados de Cu y de Pb con leyes tan altas como 24.4 %Cu y 67.2 %Pb, respectivamente, y bajo nivel de impurezas. Se demostró que es posible obtener concentrados de alta calidad con el esquema propuesto.

El objetivo de mejorar la recuperación de la recuperación del Cu, Pb y Zn en sus respectivos concentrados se cumple con el sistema selectivo; la recuperación de Pb se incrementará por lo menos en 3 unidades, y la recuperación de Cu se incrementará en 36 unidades, con respecto al tratamiento colectivo. El desplazamiento de Zn a los concentrados de Cu y Pb se ha reducido desde 12.3% a 8.1%, y en consecuencia la recuperación de Zn se incrementará en 4 unidades.

El objetivo de maximizar el aprovechamiento de la capacidad instalada en la concentradora de Chumpe ha sido cumplido. El sistema propuesto no requiere, en principio, de un circuito de Separación Cu/Pb y promueve la separación inmediata del concentrado de Pb reduciendo significativamente la carga circulante y el número de etapas de limpieza. Como consecuencia el volumen de celdas de flotación requerido para el tratamiento propuesto resulta 56 m³ comparado con 93 m³ empleados anteriormente y disponibles en la actualidad en el circuito de flotación bulk (Pb). El volumen excedente es suficiente para incrementar en 50% la capacidad de tratamiento en este circuito.

La reducción del costo de tratamiento, planteada como objetivo, ha sido lograda. La planta empleada alrededor de 323 Hp en el circuito de flotación

colectivo anteriormente empleado y con el sistema propuesto se reduce este consumo a 154 Hp, en virtud del menor volumen de celdas requerido. El ahorro de energía resulta entonces igual a 2.42 Kw-h/TM de mineral fresco. El ahorro energético equivale a 40% del consumo actual en el circuito de flotación bulk (Pb) a 5% de la energía total consumida por la planta. (Cuellar, 2008, págs. 74-76)

Para (Cortez & Minanya, 2009), en su trabajo de investigación, Estudio de la reducción del desplazamiento de plomo a concentrados de cobre, zinc y al relave final mediante la implementación de celdas unitarias skim-air (SK-240 y SK-80) en la descarga de los molinos en C.I.A. Minera Raura. concluye que,

Compañía minera Raura ha Optimizado la aplicación de las celdas unitarias para la flotación de Pb en la descarga de los molinos, los cuales se están difundiendo en otras empresas.

Es posible extraer hasta un 80% del Pb total solo con las celdas Sk-80 y SK-240 debido al incremento del tiempo de flotación al operarse con densidades mayores a 1,700 g/l. repercutiendo en la disminución del volumen del circuito convencional que permite operar selectivamente, con lo cual se minimizan los contaminantes originados por arrastres mecánicos.

Producir concentrado de Cu de 30% hasta con leyes de cabeza de 0.20% de Cu y leyes de cabeza de Pb mayores a 3%. Eliminando los sustentos antiguos de que con esta relación no es posible obtener concentrados de Cu.

Reducir el consumo de depresores del Pb, tal como muestra el gráfico de consumo de bicromato de sodio y otros de mayor relevancia en cuanto a costos.

Mejorar la porosidad del concentrado de Pb por efecto del incremento del F80, lo cual se viene traduciendo en una reducción de la humedad.

Descabezar la ley de Pb, bajándola a rangos menores de 0.7% para la etapa posterior en celda Rougher Bulk N°1, lo cual se traduce en un menor consumo de reactivos en las siguientes etapas del proceso.

Incrementar la recuperación de Pb de 87% a 92% en promedio, por la eliminación de la generación de lamas que originaban pérdidas en el Concentrado de Cu y relave final.

Incrementar el grado del concentrado de Cobre, al bajar el desplazamiento del Plomo fino de 9% a 2.8% lo que ha permitido subir el grado del concentrado de Cobre de 23.5% a 30%.

Eliminar la fuga de divisas para la Empresa por concepto de penalidades al reducir a rangos contractuales los elementos penalizables de (Pb+Zn) de 13.5 % a rangos menores a 8% con el cual la penalización es cero. 10. Incrementar los ingresos de la Empresa por la mejora de la calidad de los concentrados, subiendo el grado de Pb de 58.5% a 68%.

Compartir nuestros logros con mineras polimetálicas similares a la nuestra como Atacocha a la cual hemos transmitido todas las bondades sin ningún tipo de mezquindades en una visita que nos hicieron a nuestras instalaciones el año 2003. lo cual les ha permitido alcanzar muy buenos resultados, esto nos llena de satisfacciones mayores al considerar que operando con SINERGIA es posible mejorar nuestro País.

El beneficio económico obtenido para la empresa considerando la calidad de los productos obtenidos, recuperación del Pb, reducción de penalidades en el concentrado de Cu, reducción del consumo de reactivos, reducción de la

humedad del concentrado y reducción de mermas es MUY SIGNIFICATIVO comparado a la inversión realizada en Raura. (Cortez & Minanya, 2009, págs. 111-112).

Para (Castillo & Chavez, 2012), en su trabajo de investigación, Crecimiento de la tasa de recuperación de los minerales de plomo, zinc y plata en la etapa de concentración de minerales de la minera Volcan S.A.A. concluye que,

Se han determinado 92 especies minerales en VOLCAN S.A.A., distribuidos en 3 flujos mineralizados se encuentra en el Anexo 7.

Se ha determinado el mineral común (Minerales de zinc en blenda negra o marmatita con galena, pirita con galena, pirita y cuarzo), es el más adecuado para explotarlo y tratarlo, debido a su docilidad metalúrgica, dar buenas concentrados, altas leyes de cabeza en Pb, Zn y Ag y menor ley de cabeza en Cobre, por otro lado no tiene sulfato de cobre (chalcantita) que es el mineral causante de las mayores distorsiones al tratamiento; pero tiene la desventaja de constituir las menores reservas, por lo que el trabajo de ubicación será arduo.

A través de los ensayos metalúrgicos realizados se determinó que:

- El porcentaje óptimo de molienda en la planta concentradora, es de 60.2%.
- Debido a las diferentes características de los 3 elementos (Pb, Zn, Cu-Ag) los grados óptimos de molienda son diferentes.
 - Se determinó en la concentración de plomo con un grado de molienda de 49.3% en finos (con un tiempo de 7min) su mejor recuperación de (85.2%) habiendo un crecimiento en la tasa de recuperación de (1.75%).

- Se determinó en la concentración de zinc con un grado de molienda de 66.6% en finos (con un tiempo de 13 min) su mejor recuperación de (82.4%) habiendo un crecimiento en la tasa de recuperación de (2.87%).
- Se determinó en la concentración de Cu-Ag con un grado de molienda de (60,2%) en finos (con un tiempo de 10 min), su mejor recuperación es de (88.6%) habiendo un crecimiento en la tasa de recuperación de (0.14%).

Con la remolienda del mineral grueso de los medios de zinc, se obtiene mayor recuperación (65.17%), con una diferencia de 5,87 % con respecto a la prueba estándar sin remolienda de los medios, se obtiene una recuperación (59.3%).

Los ensayos metalúrgicos realizados demuestran que el proceso propuesto (uso del mineral común, remolienda de los medios gruesos de Zinc y flotación primaria de plomo) comparado con el proceso estándar de VOLCAN S.A.A, logra incrementar la tasa de recuperación de Plomo (1.75%), Zinc (2.87) y de Ag (0.14%). (Castillo & Chavez, 2012, págs. 96-97)

2.1.2. Antecedentes internacionales.

Para (Cobos, 2018) en su trabajo de investigación, Flotación Rougher de un Mineral Aurífero Complejo asociado a Sulfuros Polimetálicos. concluye que,

Se llegó a una concentración de oro y plata muy variable, de acuerdo a los parámetros aplicados a los ensayos, es decir, con cada reactivo y tiempos de muestreo presentan diferencias de concentraciones.

Estudiar a nivel laboratorio los efectos de: densidad de pulpa que en este caso fue de (30% Sólidos y 70% Líquido), pH, tipo y dosificación de reactivos y efecto de aireación.

En cuanto a la relación “recuperación versus ley” del concentrado final, el mejor resultado fue de la prueba #8 en porcentajes de recuperación de Oro y la prueba #7 en cuanto a la Plata.

Los reactivos que responden positivamente a las pruebas son: Colector (Xantato Amílico Potásico), espumante (Methyl Isobutyl Carbinol-MIBC), y sulfato de Cobre (Cu SO_4) como activador, presentan mejor recuperación comprobando que la acción de esta combinación, pues al minuto se obtiene 58,3 g/t.

El uso de Sulfato de Zinc (Zn SO_4) no es necesario, pues no mejora la flotación, al contrario, solo minora la recuperación e interfiere con el trabajo de los otros reactivos.

Finalmente, la investigación cumplió con la comprensión de la flotabilidad de un mineral aurífero dentro de una mena polimetálica compleja, en donde se identificó y evaluó los contenidos y porcentajes contenidos en la mena polimetálica compleja, estableciendo parámetros para la recuperación de oro y estableciendo mejoras en las variables del proceso de acuerdo con la hidrofobicidad de las partículas. (Cobos, 2018, pág. 62)

Para (Molina, 2017), en su trabajo de investigación, Estudio del efecto de la aplicación de espumantes en el proceso de flotación de mineral mixto de cobre. concluye que,

La familia de los poliglicoles (DF250, DF1012 y DF400) generan una mayor altura de espuma que el Metil isobutil carbonil (MIBC) debido a su estructura y propiedades químicas: alto peso molecular, largo de cadena hidrocarbonada y capacidad para generar puentes de hidrógenos.

La espumabilidad sin la presencia de mineral y colector es mayor en agua de mar que en agua fresca, debido a la presencia de iones que se depositan en la

interfase líquido-gas. Comportamiento que se invierte con la presencia de sólidos, donde para surfactantes puros y combinados se reduce la altura de espuma en un 18% y 30% respectivamente en medios de alta salinidad. Por otra parte, el colchón de espuma disminuye al incrementar la dosificación de xantato, lo que indica una interacción entre el tipo de colector y espumante utilizado.

Para sistemas bifásicos y trifásicos la variable de mayor impacto en la espumabilidad es la salinidad del medio, destacando el DF400 por no presentar tendencias irregulares respecto a la presencia de colector y/o mineral en la pulpa de trabajo y una menor inhibición frente a alta presencia de iones en la suspensión.

Tanto para espumantes puros como las combinaciones a partir del DF400 se concluye que el MIBC es aquel que presenta una menor, pero menos variable, capacidad como surfactante frente a las diferentes condiciones de trabajo por su baja interacción con otros componentes de la pulpa. Lo que indica que el comportamiento de la espuma depende en gran medida de la estructura y propiedades hidrodinámicas que ésta presenta en función del surfactante usado.

La columna AMIRA modificada presenta una correlación con la celda de flotación en términos de espumabilidad de casi un 80%, validándola como herramienta de caracterización de espumantes para esta variable.

El espumante puro que ofrece una menor DTB es el DF400, reduciendo en un 31% el diámetro de burbuja respecto al agua fresca. Mientras que, para las mezclas a partir de este último, destaca la combinación DF400/DF250 disminuyendo en un 33% el tamaño de la burbuja, seguido del DF400/MIBC.

Existe una clara tendencia entre el diámetro de burbuja y la recuperación de cobre, determinado por la relación entre el tamaño de burbuja y de partícula de mineral en la zona de colección de la pulpa. Las combinaciones DF400/DF2500 y DF400/MIBC ofrecen valores óptimos de recuperación metalúrgica respecto a los otros casos, principalmente al Metil isobutil carbonil, debido a que este último genera un tamaño de burbujas un 24% mayor.

Respecto a las flotaciones de mineral mixto se puede afirmar que existe una alta correlación (84%) entre la altura de espuma que genera el surfactante con la ley de cobre del concentrado, donde para pulpas de alta salinidad es casi independiente del tipo de surfactante (o mezcla) en la operación.

Las mayores recuperaciones en agua de mar (sobre 2-3% en promedio respecto al agua dulce) se explican por la alta presencia de iones en la suspensión, los cuales reducen el tamaño de la burbuja, favoreciendo la recuperación de partículas finas de mineral. Además, medios de mayor potencial redox y salinidad (como es el agua de mar) aceleran la oxidación del HS^- y consumo del mismo ion al precipitar metales. Ambos fenómenos reducen la inhibición del xantato como colector y favorecen la flotabilidad de la porción sulfurada y mayoritaria del mineral de trabajo.

Finalmente, la combinación DF400/MIBC corresponde la elección sugerida respecto a la recuperación metalúrgica y calidad del concentrado, debido a su equilibrio entre “selectividad” y “poder” como espumante, al potencial las propiedades físico-químicas en la zona de colección y de limpieza.

Si bien los resultados han permitido cumplir con los objetivos propuestos en este estudio, como trabajo futuro se proponer operar con mayores niveles de

dosificación y diferentes tipos de espumantes además de los comercialmente seleccionados, a esto se suma la utilización de otros colectores como ditiocarbamatos y/o ditiofosfatos con el fin de observar la interacción de éstos con los surfactantes en términos hidrodinámicos y parámetros metalúrgicos. (Molina, 2017, págs. 46-47)

Para (Edgardo, 2012), en su trabajo de investigación, Flotación selectiva de sulfuros complejos usando reactivos de baja toxicidad. concluye que,

Los extractos de quebracho actúan como depresores de la pirita. La acción depresora se relaciona con el consumo y con el pH. En el rango alcalino el efecto depresor del reactivo acentúa el propio de la concentración de los iones OH^- y potencia el efecto de la cal, reduciendo hasta un 60% la flotabilidad de la pirita a pH 9. En el rango ácido también aumenta la depresión de la pirita tratada con quebracho.

La depresión de la pirita por la acción del tanino puede relacionarse al estado de oxidación superficial del sulfuro. Hay evidencias de que la interacción se produce con cationes superficiales en forma de hidróxido, en particular los propios del mineral. Se puede establecer además alguna correspondencia entre el punto isoeléctrico de la pirita y la mayor o menor interacción con los polisacáridos. La mayor adsorción se produciría en el rango de mínima carga superficial.

Los extractos de quebracho tienen un ligero efecto depresor sobre la calcopirita, esto se traduce en pérdidas en la flotabilidad del orden del 1-2%.

Los extractos de quebracho también muestran su acción depresora selectiva sobre la pirita cuando se tratan minerales disseminados de cobre y molibdeno.

La selectividad respecto de los sulfuros de cobre es más acentuada en el rango

alcalino. Cuando el pH es mayor que 9,5 aumentan los contenidos de cobre de los concentrados por la menor presencia de pirita en este producto.

Cuando se tratan minerales de cobre en medio ácido y neutro se observa un cierto efecto depresor sobre los sulfuros de cobre que se manifiesta en una pérdida en la recuperación que varía entre un 1 y un 5%. Este efecto tiende a desaparecer cuando el pH se hace alcalino.

La adsorción de los extractos sobre los minerales de cobre y, por consiguiente, las posibles pérdidas en su recuperación, se pueden relacionar con la composición mineralógica. Si el cobre se encuentra mayormente como calcopirita y este sulfuro no presenta alteración superficial, no se verifica ningún efecto depresor por parte del quebracho. Esta situación cambia levemente cuando las partículas de sulfuros de cobre presentan algún grado de alteración superficial, en este caso hay pérdidas en la recuperación que oscilan entre un 1 y un 5%, sobre todo en medio ácido o neutro.

Diferentes trabajos sobre muestras de minerales de cobre de yacimientos de Argentina, Chile y Perú señalan que el efecto depresor selectivo de los extractos de quebracho sobre la pirita, en relación con los sulfuros de cobre, produce un aumento en el indicador de selectividad, la relación cobre/hierro. Este parámetro mejora entre un 8 y un 40% para distintas condiciones de trabajo y tipos de mineral. En algunos casos y sobre todo cuando se aplican bajos consumos de extracto de quebracho, menores que 100g/t, hay un aumento en las recuperaciones de cobre y de oro en el concentrado. Esto ocurre en medio alcalino y se puede relacionar con el efecto dispersante del reactivo que crea mejores condiciones de selectividad en la flotación.

La calidad del agua tiene mucha incidencia en el efecto depresor. La presencia de iones cobre, aportados por los minerales secundarios de cobre y hierro, propios del proceso de molienda, disminuyen el efecto depresor sobre la pirita. Este comportamiento es una consecuencia de la formación de compuestos entre estos cationes y el extracto.

Los extractos de quebracho son fuertes depresores de la molibdenita. El gasto de reactivo para una efectiva reducción en su flotabilidad debe ser del orden de los 300g/t.

El efecto depresor del quebracho sobre la molibdenita se relaciona en forma directa con el pH. En medio ácido, pH 4,5, se determinó una mayor depresión con la presencia de solo el 10% del sulfuro en la espuma en lugar del 90% determinado en la flotación si aplicar el depresor.

La velocidad específica de flotación de los sulfuros de cobre es muy alta, en el primer minuto flota el 80%, a pesar del tratamiento con extractos de quebracho, luego esta velocidad disminuye en forma gradual. En tanto que la molibdenita tiene una velocidad de transferencia mucho menor y esta permanece constante en los primeros 8 minutos de espumación en presencia de extracto de quebracho.

Mediante un tratamiento del concentrado global de cobre-molibdeno con 300 a 400g/t de extracto de quebracho, acondicionado por 15 minutos a pH 4,5 y luego incorporando colectores específicos para sulfuros de cobre, es posible realizar una separación selectiva de los sulfuros. En la espuma se reporta en 92 al 98% del cobre y en las colas de flotación queda del 80 al 89% del molibdeno.

Esta separación es más eficiente si el extracto de quebracho se acondiciona en dos etapas.

Los indicadores metalúrgicos del proceso de separación de los sulfuros de cobre y molibdeno aumentan cuando la calcopirita es el mineral de cobre preponderante y si el nivel de oxidación o alteración superficial de las partículas es reducido. Por el contrario, sobre minerales parcialmente alterados y con la presencia sulfuros secundarios, las recuperaciones de ambos metales en la flotación diferencial disminuyen entre un 5 y 10%.

La flotación diferencial de los sulfuros de cobre es más eficiente cuando se usan colectores más selectivos sobre la base de ditiofosfatos.

La fracción no-flotada en la separación diferencial representa entre un 5 y un 15% en peso. Este producto debe ser tratado con depresores específicos para cobre de modo de aumentar el contenido de Mo a cerca del 50% y reducir la presencia de cobre en menos del 2%.

Para la depuración del concentrado de molibdeno es necesario remover el recubrimiento del extracto de quebracho y reactivar al sulfuro. El procedimiento que resultó efectivo para este fin fue doble lavado con agua fresca, la separación sólido líquido se realizó por filtración. Para reactivar a la molibdenita fue suficiente un acondicionamiento con 100g/t de fuel oil.

Luego de la reactivación, es posible depurar al concentrado de molibdeno y llegar a las especificaciones comerciales mediante dos flotaciones de limpieza.

Estas operaciones se hicieron aplicando un bajo consumo de sulfuro ácido de sodio como depresor de los sulfuros de cobre. Para asegurar la presencia del ion SH^- en el medio, las flotaciones de limpieza se realizaron manteniendo el potencial de óxido-reducción en -500mV, regulado con el agregado de NaSH.

Para mantener condiciones estables en estas operaciones se usó nitrógeno para la espumación.

Aplicando el esquema de proceso propuesto se puede separar un concentrado de molibdeno con 45 a 50% de Mo y menos del 2% de cobre. La recuperación final de molibdeno es de 72 a 76% para los minerales estudiados. (Edgardo, 2012, págs. 184-186)

2.1.3. Otras investigaciones.

Para (Demetrio & Napoleón, 2012), en su trabajo de investigación, Mejoramiento de la recuperación de plata de los minerales de mina Poopó. concluye que,

El análisis químico de la muestra global indica que es un mineral polimetálico de alta ley en zinc y plata, bajo contenido de plomo y elevado contenido en hierro.

El análisis mineralógico muestra que el producto de la mina Poopó contiene principalmente minerales de zinc y plata, entonces se debe producir concentrados de plata y concentrados de zinc.

Se ha logrado alcanzar el objetivo principal del estudio, mejorar la recuperación de la plata. El análisis de la evolución de los resultados de las diferentes pruebas muestra que la recuperación de plata aumenta desde de la prueba de control inicial de 20.90% hasta alcanzar una recuperación de 42.32% en la sexta etapa de pruebas; pero al mismo tiempo el radio de concentración disminuye desde 192.13 hasta 47.05.

La evaluación económica del valor del concentrado bruto producido, muestra una mejora sustancial desde 29.10 \$us/ton hasta 76.07 \$us/ton, lográndose un incremento de 46.97 \$us/ton. (Demetrio & Napoleón, 2012, pág. 44)

Para (Ganozo, 2007), en su trabajo de investigación, Efecto del hierro en la flotación del zinc. concluye que,

La esfalerita puede ser flotada por xantato sin activación previa con sulfato de cobre, lo cual puede llevar a una posible disminución del consumo de sulfato de cobre.

En caso de presentarse valores altos de hierro, principalmente aportados por la pirita, las reacciones de oxidación deben dirigirse de manera rápida y preferencial hacia la esfalerita, con lo cual puede amortiguarse su flotabilidad sin activación previa por iones cobre.

El hierro de los forros o medios de molienda parece proveer iones ferrosos y férricos para promover la flotación de esfalerita fuera de su circuito.

El ambiente oxidante en la pulpa tiene un efecto significativo en la flotación.

Variaciones en las condiciones oxidantes afectan las cualidades electroquímicas que se dan desde la molienda hasta el circuito de flotación.

La disminución de la ley de hierro en un mineral favorece la reacción entre la esfalerita y el hierro de los medios de molienda. Esto origina la formación de iones OH^- , los cuales incrementan el pH de la pulpa favoreciendo la formación de recubrimientos hidrofóbicos en la esfalerita y facilitando la adsorción de colector sobre su superficie.

Una acción más del hierro en estado iónico podría ser el efecto catalizador sobre la oxidación del xantato, obteniéndose como resultado un dixantogeno que puede adsorberse de forma estable sobre la superficie de la esfalerita.

La adición apropiada de NaCN permite el control de la activación de la esfalerita, debido al efecto acomplejante del cianuro sobre los compuestos de hierro. La adición es de cuidado, principalmente cuando los sulfuros de cobre

son los minerales a flotarse en primera instancia. Pero también con el cuidado respectivo para no deprimir la flotación de esfalerita en su circuito. (Ganozo, 2007, pág. 8)

Para (Bacilio, Quijahuamán, & Ruiz, 2012), en su trabajo de investigación, Optimización del proceso de flotación de plomo, plata y zinc en la planta concentradora Mallay. concluye que,

Los resultados del pilotaje confirmaron la información colectada en la fase preliminar de pruebas y evaluaciones metalúrgicas.

El proyecto en mención es viable por los índices económicos analizados, y debe ser puesto en marcha en julio del 2013.

Las recuperaciones de plata, plomo y zinc tendrán un incremento mínimo de 2.5%, 3.5% y 3.5%, respectivamente.

La calidad de los concentrados será mayor a 55% de Pb en el concentrado Pb-Ag y mayor a 50% de Zn en el concentrado de Zn.

Se obtendrán mayores ingresos por la mejora en la recuperación de plata, plomo y zinc y la mejor calidad de sus concentrados.

La mejor calidad de los concentrados brindará la posibilidad de lograr mejores condiciones de comercialización para los concentrados de plomo-plata y zinc.

Es posible recuperar valores de plomo y plata desde la molienda y enviar sus concentrados como producto final.

El incremento en el tiempo de residencia de la pulpa en el proceso de flotación de plomo, plata y zinc nos permite estar preparados para un incremento de tonelaje de tratamiento.

La celda unitaria se instalará en la descarga del molino 8'x10', y la celda columna funcionará como tercera limpieza de los concentrados de zinc.

(Bacilio, Quijahuamán, & Ruiz, 2012, pág. 13)

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Flotación.

La flotación es un proceso físico químico, de separación donde interviene tres componentes importantes sólido, líquido y gas, para que existe una separación por flotación existe elemento o minerales que por su propiedades se clasifican en hidrofóbicos e hidrofílicos, los componentes hidrofóbicos son atraídos por las burbujas de los gases y evacuado a la parte superior, mientras que los hidrofílicos son atraídos por el agua y son enviado a la parte inferior del reactor o celda de flotación de separación por lo que esto se puede ser fundamento por (Yianatos, 2005) definiendo que,

El proceso de flotación se basa en la interacción entre las burbujas de aire y las partículas de sólido presentes en la pulpa. La eficiencia que tienen las burbujas para atrapar en forma selectiva las partículas de mineral y luego ascender cargadas hasta el rebalse, depende de múltiples fenómenos que ocurren en la pulpa. Principalmente, diferencias en las propiedades físico-químicas superficiales de las partículas. Mediante el uso de reactivos estas diferencias se acentúan y permiten la captura preferencial de algunas partículas, que son colectadas y transportadas por las burbujas de aire. (Yamashiro, 2012, pág. 4)

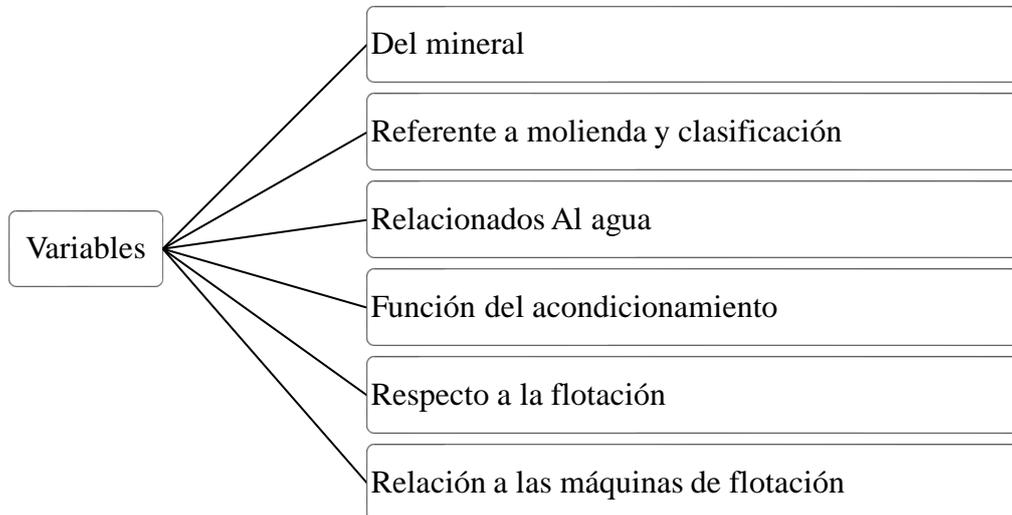
En la flotación intervienen en forma macro agitación, reactivos, el mineral, agua, gas, tiempo, densidad de pulpa, etc. Conocido como variables intervinientes en los procesos de concentración de las menas de interés que satisfaga los objetivos que de estudio.

2.2.2. Variables del proceso de flotación.

Referente a las variables o condiciones que están involucrado en el proceso de separación de las menas de interés por el proceso de flotación, desde su inicio de la flotación

se ha establecido superior a 32 variables de acuerdo los diferentes autores, pero se puede clasificar de acuerdo a (Azuñero, 2015) clasifica en,

Figura 1 Variables del proceso de flotación



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

En función de la calificación se verá específicamente referente a las variables de flotación, que concierne el tema de estudio.

Las variables respecto a la flotación se clasifican en los siguientes como se describe a continuación (Azuñero, 2015, pág. 110).

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

- Dosificación de reactivos

2.2.3. Reactivos de flotación

Los reactivos son compuestos inorgánicos y orgánicos que intervienen en el proceso de flotación, actuando como colectores, modificadores, espumantes, etc. Que permite dar las condiciones adecuadas para una separación óptima por flotación de las menas de interés y la depresión de los minerales que no tiene valor relave para cada caso del proceso.

La clasificación de los reactivos en el proceso de flotación es lo siguiente (Sutulov):

- Los colectores: Función principal es la de proporcionar propiedades hidrofóbicas a las superficies de los minerales.
- Los modificadores: Permite la regulación de las condiciones de funcionamiento de los colectores y aumenta su selectividad.
- Los espumantes: Permite la formación de una espuma estable, de tamaño de burbujas apropiado para llevar los minerales al concentrado.

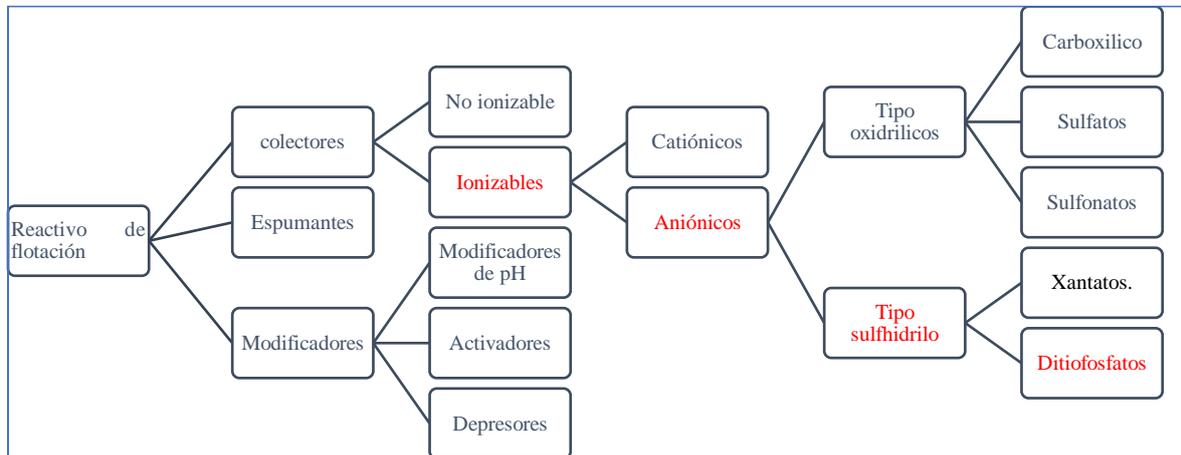
Los colectores son compuestos de carácter heteropolar su grupo polar es la parte activa que los une a la superficie del mineral en base a la adsorción (química o física), mientras que los modificadores crean condiciones favorables en la superficie de los minerales para el funcionamiento selectivo de los colectores y los espumantes son reactivos tensoactivos de carácter heteropolar, que se adsorben selectivamente en la interfase gas-líquido para formar una espuma estable (Sutulov, 1963, pág. 68).

Por lo que los reactivos son fundamentales para una flotación efectiva de las menas sulfuradas o óxidos de interés, cumpliendo un rol fundamental en las modificaciones de las superficies del mineral en el proceso de acondicionamiento.

2.2.4. Clasificación de los reactivos de flotación.

Los reactivos en base de sus funciones en el proceso de flotación se dividen en función específica que desempeñan:

Figura 2 Clasificación de los reactivos de flotación



Nota: Fuente elaborado en función de la información (Azuñero, 2015, págs. 70-71)

En función de la clasificación describiremos algunos reactivos que se usaran en el proceso de flotación de minerales de oro y plata.

2.2.4.1. Colectores.

Los colectores son sustancias químicas que permite colectar partículas valiosas por su propiedad de hacer hidrofóbica a las partículas de interés para luego ser atraído por las burbujas de aire y su posterior evacuación a la parte superior, los colectores más ampliamente usado en el medio son aniónicos de tipo sulfhidrilo dentro de ellos tenemos los xantatos y los ditiofosfatos lo que a continuación se describen a continuación:

- a. Xantato: “Usados para la flotación de minerales sulfuros, son sales sódicas o potásicas del ácido xánticos, tiene un poder colector en un pH de 8 – 13” (Azuñero, 2015, págs. 72,75).
Se usa generalmente en 5 a 100 g/TM en forma soluble al 10% (Sutulov, 1963, pág. 73)

- ✓ Xantato isopropílico de sodio (Z-11). “Aplicado para todos los minerales sulfurados, Cu, Pb, Zn, y minerales complejos como Pb-Zn, Cu-Fe, Cu-Zn, pirita, arsenopirita, pirrotita, también se usa para la colección del cobre, plata y oro nativo” (Azuñero, 2015, pág. 76).
 - ✓ Xantato amílico de potasio (Z-6). Es el colector más potente y no selectivo para minerales sulfuros, apropiado para sulfuros parcialmente oxidados, conveniente para minerales de plomo cobre después de la sulfurización y como colector secundario en la sección scavenger (Azuñero, 2015, pág. 76).
- b. Ditiolfosfatos. “Son sales secundarias del ácido ditiolfosforicos, solubles en agua, afectando por depresores en mayor grado. Los ditiolfosfatos o promotores aerofloats, son colectores aplicables a pH <8, son menos susceptibles a la hidrolisis, permite usar en medio ligeramente acida” (Azuñero, 2015, págs. 77-78).
- ✓ A - 25: Forma ácida. Bueno para Ag, Pb, Cu y sulfuros de Zn activados (Day, 2002, pág. 118).
 - ✓ A- 31: Basado en el promotor A-25, contiene además un colector secundario para mejorar la flotación de la plata. Ampliamente usado para la flotación de minerales Pb/Zn y Cu/Pb desde minerales Cu/Pb/Zn. Mejora la recuperación de Ag de esos minerales (Day, 2002, pág. 118).
 - ✓ A-208: (R=etilo + secbutilo). Colector selectivo para minerales de cobre. Excelente colector para Ag, Cu y Au nativo (Day, 2002, pág. 121).
 - ✓ A-238: (R= secbutilo). Ampliamente usado en la flotación de Cu y para aumentar la recuperación de Au como subproducto. Combina una buena fuerza colectora con una buena selectividad frente a sulfuros de fierro (Day, 2002, pág. 121).

- ✓ A-404: Ampliamente usado para la flotación de minerales Cu alterados y secundarios, minerales Zn y Pb alterados y metales preciosos en circuitos alcalinos. Excelente colector para la pirita y pirita aurífera en circuitos ácidos y neutros (Day, 2002, pág. 125).

2.2.4.2. Espumantes.

Los espumantes son sustancias que permite dar estabilidad a las espumas y el tamaño adecuado, los espumantes que se emplearan se describe a continuación:

- c. F-70: Es un alcohol de bajo peso molecular, cuando la selectividad en la alimentación contiene porcentaje de finos más alto que lo normal. Se usa en la flotación de carbón, sulfuro de plomo, grafito y flotación neutros y levemente alcalinos (Day, 2002, pág. 133).
- d. MIBC (metil isobutil carbonil): Usa en la flotación de minerales sulfuros de cobre, molibdeno, zinc y plomo, en minerales no metálicos, en la flotación de oro y plata (Azuñero, 2015, pág. 88).

2.2.4.3. Modificadores.

Permite modificar la superficie del mineral para la adsorción o desorción de un determinado reactivo sobre ella, creando en la pulpa las condiciones adecuadas para realizar una óptima flotación.

- a. **Activadores:** Son sustancias que permite que las partículas sean hidrofóbicas, para aumentar su flotabilidad, entre ellos tenemos:
 - **Sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$):** Se usa en el circuito de zinc para activar el zinc.
 - **Nitrato de plomo:** de sulfuro de antimonio y cloruro de sodio.

- **Sulfuro de sodio:** permite sulfurizar minerales parcialmente o totalmente oxidado de plomo, cobre, zinc y etc.
- b. **Depresores:** Hidrofilizan la superficie del mineral e impide su flotación. Entre los depresores podemos mencionar:
 - **Cianuro de sodio:** Depresor de los sulfuros pirita, pirrotita, marcasita, arsenopirita, esfalerita y en menor grado la calcopirita, enargita, tec.
 - **Sulfato de zinc:** Deprime minerales de zinc con la combinación del cianuro de sodio.
 - **Sulfito, bisulfito de sodio:** Depresor de pirita y esfalerita en la flotación diferencial de plomo cobre.
- c. **Modificadores de pH:** Permite modificar el pH, entre los modificadores de pH tenemos:
 - **Básico:** Cal (CaO), Carbonato de sodio, Hidróxido de sodio, etc.
 - **Acido:** Ácido sulfúrico.
- d. **Dispersantes:** Silicato de sodio.

2.3. Definiciones conceptuales.

- a. **Cabeza de Mineral:** Muestra inicial que va a ingresar a un proceso metalúrgico.
- b. **Calidad:** Es la ley de un determinado elemento metálico de interés es un concentrado requerido, representado en porcentaje del elemento de interés.
- c. **Concentración:** Es el producto de la flotación de los minerales por intervención de los reactivos y las burbujas en una pulpa.
- d. **Desplazamiento:** Es cuando una mena pasa a un concentrado diferente a lo requerido es decir los minerales de plomo flotan en el concentrado de zinc o viceversa.
- e. **Granulometría:** Tamaño de partícula de un determinado mineral representado por número de mallas o micras de acuerdo las normas.
- f. **Mena:** Compuesto de elementos mineralizados de interés o valor para un propósito.
- g. **Optimización:** Es el proceso de modificación de un sistema para mejorar su eficiencia o también el uso de los recursos disponibles.
- h. **Óxido:** Son minerales que han sido expuesto al medio ambiente, por la intervención de oxígeno, pasaron estado de oxidación, es decir compuesto que resulta de combinar oxígeno generalmente con un metal, o a veces con un metaloide. Capa, de diversos colores, que se forma en la superficie de los metales por oxidación, como el orín.
- i. **pH:** La concentración del ion hidrogeno presente en una disolución, o coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.
- j. **Proceso:** Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.
- k. **Recuperación:** Es la obtención de un mineral de interés en el concentrado de un mineral tratado expresado en porcentaje.

- l. **DANAFLOAT 096:** es un reactivo colector del tipo ditiofosfato cresílico sódico, cuya fórmula empírica es $C_{14}H_{14}NaO_2PS_2$. de propiedades espumantes en este reactivo. Su peso específico es de 1,18.
- m. **Pruebas experimentales:** Proceso donde se varían los parámetros normales de cualquier fenómeno, que todavía no ha sido establecido oficialmente como parámetro de operaciones.
- n. **Incógnitas:** Es la variable que uno no sabe qué efectos podrá tener al ser aplicado en un determinado proceso.

2.4. Formulación de la Hipótesis.

2.4.1. Hipótesis General

La respuesta principal respecto a las incógnitas planteadas en la recuperación de los valores de los minerales de plomo se considera el siguiente: El efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos, tendrá un alto grado en la recuperación en el concentrado con una calidad satisfactorio del plomo a nivel experimental, que se llevará a cabo en el estudio en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales -2019.

2.4.2. Hipótesis Específicos

Las respuestas a las incógnitas planteados sobre el efecto del donafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos se tiene los siguientes:

- Estableciendo el rango de dosificación del donafloat 096 sobre el efecto en el tratamiento de los minerales polimetálicos, se tendrá una recuperación óptima del plomo a nivel experimental en el estudio que se realizará en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales -2019.

- Si se establece el rango de dosificación del empleo de donafloat 096 disminuir el empleo del colector Z-11 en el tratamiento de los minerales polimetálicos, se tendrá un concentrado de calidad y recuperación del plomo a nivel experimental que se realizará en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales - 2019.
- Estableciendo el rango de dosificación del donafloat 096 en el tiempo y desplazamiento en el tratamiento de minerales polimetálicos, se tendrá una recuperación y calidad del plomo en el concentrado.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es experimental por que se caracteriza porque en ella el investigador actúa conscientemente sobre el objeto de estudio, en tanto que los objetivos de estos estudios son precisamente conocer los efectos de los actos producidos por el propio investigador como mecanismo o técnica para probar sus hipótesis (Bernal, 2010).

De acuerdo a su naturaleza: Experimental.

De acuerdo al propósito o utilización: básica aplicada.

Se realiza investigación experimental y básica aplicada, en este trabajo ya que se realiza experimental al nivel de laboratorio con un control mínimo a fin de encontrar las condiciones óptimas del estudio.

3.1.2. Nivel de Investigación

Es una investigación nivel predictiva o experimental por que se aplicara métodos y técnicas para mejorar y corregir la situación problemática, que da origen al estudio de investigación (Carrasco, 2005).

3.1.3. Diseño de la investigación

En el presente estudio se aplicará el diseño experimental, ya que se manipulará las variables independientes, para observa su efecto sobre la variable dependiente con una situación de control (Fernandez, 2014).

3.1.4. Enfoque de la investigación.

El enfoque del presente estudio es cuantitativo, porque el estudio son variables o fenómenos cuantificables o fácilmente mensurables. “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base a la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teoría” (Fernandez, 2014).

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población.

La población estará constituida por el mineral del tajo en proyección de la Volcan Compañía Minera S. A. A. de la planta concentradora Paragsha.

3.2.2. Muestra.

La muestra para el trabajo de investigación se extrae por estratificación de las muestras proporcionada de los tajos de proyección de la Volcan Compañía Minera S. A. A. de la planta concentradora Paragsha.

3.2.3. Tamaño de Muestra.

El tamaño de muestra para el presente estudio es de aproximadamente de 80 kg, se secarán para cada prueba aproximadamente con 1 Kilos de mineral después se ser reducido a malla -10m, para ello la técnica de preparación de muestra es de rifleado en seco.

3.3. Operacionalización de Variables e indicadores

Tabla 1 Operaciones de las variables de estudio.

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicador
Independiente			
Efecto del donafloat 096	- Fenómeno que se genera por una causa específica y que aparece acompañado de manifestaciones puntuales que pueden ser establecidas de forma cualitativa y cuantitativa (WordPress, 2019), en la recolección de minerales de plomo a consecuencia del donafloat 096.	Medida	- Dosificación. - Rango.
Dependiente			
Recuperación de plomo	- Es la acción de obtener una porción del todo en referencia de los minerales de interés, partiendo de un conjunto de minerales, pasando por un proceso de flotación.	Condición	- Calidad - Recuperación
Intervinientes.			
		Control	- Densidad de pulpa. - Agitación. - Tiempo. - Granulometría. - pH. - Reactivos.

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

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas a emplear

a. Observación sistemática Directa.

Se empleará esta técnica para observar el proceso de investigación en el momento que se está desarrollando.

b. Observación Sistemática Indirecta.

Mediante esta técnica se podrá analizar y estudiar los diversos documentos que contiene información sobre el tema de investigación.

c. Observación experimental.

Con esta técnica será posible conocer la forma como se desarrollan las actividades en el desarrollo experimental para extraer datos con el fin de procesar posteriormente.

d. Otras Técnicas.

Técnica de cuestionario.

3.4.2. Descripción de los instrumentos

- e. Ficha de observación.
- f. Lista de cotejo.
- g. Escalas libreta de notas.
- h. Filmadora, cámara fotográfica y grabadora.

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información.

Se usará el análisis estadístico y matemático, usando programas de cálculo como Excel, SPSS, XLSTAT, Minitab 18, Statgraphics, para luego mostrar la información, mediante tablas, registros, figuras, promedios, medianas, desviación estándar, ecuaciones por regresión y otros.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Condiciones de trabajo experimental.

4.1.1. Dosificación de pruebas experimentales preliminares.

En las pruebas preliminares se utilizan reactivos estándares que se usan comúnmente y el D-096 y MT-3682 como se aprecia en la tabla 2 que se describe a continuación.

Tabla 2 condiciones de flotación preliminar

N°	Colector		
	D-096 (g/t)	Z-11(g/t)	MT-3682 (g/t)
Estándar	0	0	0
1	20	10	0
2	20	10	20

Nota: Fuente elaborado por el autor a sugerencia de las personas con experiencia en planta.

De la tabla 2 las pruebas preliminares se realizaron, flotación estándar con los reactivos estándares, 1 prueba se adiciona el D-096 20 g/t, y Z-11 10 g/t, y la 2 prueba se adiciona D-096 20 g/t, y Z-11 10 g/t y MT-3682 20 g/t.

4.1.2. Condiciones de pruebas experimentales con D-096 y Z-11.

En las pruebas del uso del colector D-096 junto con el Z-11 se detalla en la tabla 3 que se describen a continuación.

Tabla 3 condiciones de las pruebas experimentales con el colector D-096 y Z-11

N°	Colector	
	D-096 (g/t)	Z-11(g/t)
1	25	25
2	25	25
3	60	40
4	60	20
5	14	55
6	56	20

Nota: Fuente elaborado por el autor.

De la tabla 3 los colectores usados se describen como para la primera y segunda prueba se usa 25 g/t de D-096 y 25 g/t de Z-11, en la tercera prueba se usa 60 g/t de D-096 y 40 g/t de Z-11, cuarta prueba se usa 60 g/t de D-096 y 20 g/t de Z-11, en la quinta prueba se usa 14 g/t de D-096 y 55 g/t de Z-11 y sexta prueba se usa 56 g/t de D-096 y 20 g/t de Z-11.

4.2. Resultados.

4.2.1. Resultados preliminares.

Los resultados preliminares para la prueba estándar se detallan en la tabla 4 que se describen a continuación.

Tabla 4 Balance metalúrgico de Pruebas estándares.

PRODUCTO	% Peso	LEYES				DISTRIBUCION				PUNTAJE
		% Pb	% Zn	% Fe	Ag g/t	Plomo	Zinc	Fierro	Plata	
C. Ro. Pb	11,63	15,70	3,33	28,53	491	64,97	7,48	12,15	56,58	
C. Scv. Pb	4,82	2,25	4,88	33,15	158	3,85	4,54	5,84	7,54	Pb
Ro.+ Scv.	16,45	11,76	3,78	29,88	394	68,83	12,01	18,00	64,12	68,83
C.Ro. Zn	19,82	3,28	16,90	27,50	88	23,13	64,65	19,96	17,28	
C. Scv. Zn	8,66	0,64	3,28	33,68	77	1,97	5,48	10,68	6,61	
Ro.+ Scv.	28,48	2,48	2,76	29,38	85	25,10	70,13	30,64	23,88	Zn
Rel. Gral.	55,07	0,31	1,68	25,48	22	6,07	17,85	51,37	12,00	70,13
Cab. Calc.	100,00	2,81	5,18	27,31	101	100,00	100,00	100,00	100,00	
Cab. Ens.		Pb	Zn	Fe	Ag	PbOx	ZnOx	Cu	Bi	
		2,21	4,92	27,50	102	0,22	0,12	0,03	0,02	

Nota: Fuente elaborado por el autor en función de la prueba estándar en Excel.

De la tabla 4 la recuperación del plomo es de 68,83% con una calidad de 394 g/t y recuperación de 64,12% de plata, mientras que para el zinc es de 70,13% con una calidad de 85 g/t con una recuperación de 23,88% de plata.

Tabla 5 Balance metalúrgico de segunda prueba D-096 y Z-11.

PRODUCTO	% Peso	LEYES				DISTRIBUCION				PUNTAJE
		% Pb	% Zn	% Fe	Ag g/t	Plomo	Zinc	Fierro	Plata	
C. Ro. Pb	8,29	18,08	3,10	27,40	798	64,51	5,11	8,21	44,07	
C. Scv. Pb	4,44	9,00	4,98	30,53	306	17,22	4,40	4,90	9,06	Pb
Ro.+ Scv.	12,73	14,91	3,76	28,49	626	81,73	9,51	13,11	53,13	81,73
C.Ro. Zn	14,99	0,97	22,60	23,90	138	6,26	67,40	12,96	13,79	
C. Scv. Zn	11,83	0,67	3,43	33,40	164	3,41	8,07	14,29	12,93	
Ro.+ Scv.	26,82	0,84	14,15	28,09	149	9,68	75,46	27,25	26,72	Zn
Rel. Gral.	60,45	0,33	1,25	27,28	50	8,59	15,03	59,64	20,15	75,46
Cab. Calc.	100,00	2,32	5,03	27,65	150	100,00	100,00	100,00	100,00	
Cab. Ens.		Pb	Zn	Fe	Ag	PbOx	ZnOx	Cu	Bi	
		2,21	4,92	27,50	102	0,22	0,12	0,03	0,02	

Nota: Fuente elaborado por el autor en función de la prueba con D-096 y Z-11 en Excel.

De la tabla 5 la recuperación del plomo es de 81,73% con una calidad de 626 g/t y recuperación de 53,13% de plata, mientras que para el zinc es de 75,46% con una calidad de 149 g/t con una recuperación de 26,72% de plata.

Tabla 6 Balance metalúrgico de segunda prueba D-096, Z-11, MT-3682

PRODUCTO	LEYES					DISTRIBUCION				PUNTAJE
	% Peso	% Pb	% Zn	% Fe	Ag g/t	Plomo	Zinc	Fierro	Plata	
C. Ro. Pb	5,97	20,43	3,38	26,58	518	52,83	3,93	5,62	32,20	
C. Scv. Pb	4,16	13,05	4,55	28,10	372	23,55	3,69	4,15	16,14	Pb
Ro.+ Scv.	10,13	17,40	3,86	27,20	458	76,38	7,61	9,77	48,34	76,38
C.Ro. Zn	20,18	1,03	18,40	33,80	112	9,01	72,31	24,20	23,56	
C. Scv. Zn	9,48	1,14	3,70	28,80	94	4,69	6,83	9,69	9,29	
Ro.+ Scv.	29,66	1,07	13,70	32,20	106	13,70	79,14	33,89	32,84	Zn
Rel. Gral.	60,21	0,38	1,13	26,38	30	9,92	13,25	56,34	18,82	79,14
Cab. Calc.	100,00	2,31	5,14	28,19	96	100,00	100,00	100,00	100,00	
Cab. Ens.		Pb	Zn	Fe	Ag	PbOx	ZnOx	Cu	Bi	
		2,21	4,92	27,50	102	0,22	0,12	0,03	0,02	

Nota: Fuente elaborado por el autor en función de la prueba con D-096, Z-11 y MT-3682 en Excel.

De la tabla 6 la recuperación del plomo es de 76,38% con una calidad de 458 g/t y recuperación de 48,34% de plata, mientras que para el zinc es de 79,14% con una calidad de 106 g/t con una recuperación de 32,84% de plata.

Tabla 7 Resumen de la recuperación preliminar con el colector D-096, Z-11 y MT-3682

N°	Colector			Recuperación		
	D-096 (g/t)	Z-11(g/t)	MT-3682 (g/t)	Pb	Zn	Ag
Estándar	0	0	0	68,83	70,13	88,00
1	20	10	0	81,73	75,46	79,85
2	20	10	20	76,38	79,14	81,18

Nota: Fuente elaborado por el autor la recuperación con D-096, Z-11 y MT-3682 en Excel.

En la tabla 7 para una flotación estándar la recuperación del plomo es de 68,83%, zinc de 70,13% y plata de 88,00%, para una dosificación de colector D-096 de 20 g/t, Z-11 20 g/t la recuperación de plomo es de 81,73%, zinc 75,46% y plata de 79,85%, mientras que con D-096 de 20 g/t, Z-11 10 g/t, y MT-3682 20 g/t es de 76,38% de plomo, 79,14% de zinc y 81,18% de plata.

4.3. Resultados de las pruebas experimentales con D-096 y Z-11

Los resultados de las pruebas realizados con el colector D-096 y Z-11 de las 6 pruebas se detallan en los cuadros que se detallan a continuación en las tablas 8 al 13.

a. Primera prueba realizado D-096 y Z-11.

En la primera prueba se realizaron con los colectores y su dosificación de D-096 25 g/t, Z-11 25 g/t, lo que se describe en la tabla 8.

Tabla 8 primera prueba con D-096 25 g/t, Z-11 25 g/t

	ENSAYES					RECUPERACIONES		
	g	%Peso	%Pb	%Zn	Ag(g/t)	Pb	Zn	Ag
Cabeza	1000	100,00	2,29	5,10	130	100	100	100
Plomo	29,86	2,99	52,8	3,66	2022	68,83	2,14	44,59
Zinc	76,34	7,63	2,10	46,9	188	6,96	69,8	10,53
Relave	893,80	89,38	0,62	1,60	68	24,21	28,05	44,88

Nota: Fuente elaborado por el autor en función de las pruebas realizados D-096 25 g/t y Z-11 25g/t

En la tabla 8 se tiene un concentrado de plomo de calidad de 52,8% de plomo, 2022 g/t de plata con recuperación de 68,83% y 44,59% respectivamente. Para el concentrado de zinc con calidad de 46,9% de zinc y 188 g/t de plata con una recuperación de 69,8% 10,53% respectivamente.

b. Segunda prueba realizado D-096 y Z-11.

En la primera prueba se realizaron con los colectores y su dosificación de D-096 25 g/t, Z-11 25 g/t, lo que se describe en la tabla 9.

Tabla 9 Segunda prueba con D-096 25 g/t, Z-11 25 g/t

	ENSAYES					RECUPERACIONES		
	g	%Peso	%Pb	%Zn	Ag(g/t)	Pb	Zn	Ag
Cabeza	1000	100,00	2,20	4,96	124	100	100	100
Plomo	28,30	2,83	53,2	4,20	2176	68,38	2,39	45,32
Zinc	76,02	7,60	2,20	45,9	210	7,60	70,3	11,77
Relave	895,68	89,57	0,59	1,51	65	24,02	27,27	42,91

Nota: Fuente elaborado por el autor en función de las pruebas realizados D-096 25 g/t y Z-11 25g/t

De la tabla 9 se tiene un concentrado de plomo de calidad de 53.2% de plomo, 2176 g/t de plata con recuperación de 68.38% y 45.32% respectivamente. Para el concentrado de zinc con calidad de 45.9% de zinc y 210 g/t de plata con una recuperación de 70.30% 11.77% respectivamente.

c. Tercera prueba realizado D-096 y Z-11.

En la tercera prueba se realizaron con los colectores y su dosificación de D-096 60 g/t, Z-11 40 g/t, lo que se describe en la tabla 10.

Tabla 10 Tercera prueba con D-096 60 g/t, Z-11 40 g/t

	ENSAYES					RECUPERACIONES		
	g	%Peso	%Pb	%Zn	Ag(g/t)	Pb	Zn	Ag
Cabeza	1000	100,00	2,21	4,80	126	100	100	100
Plomo	27,56	2,76	55	3,52	2042	68,64	2,02	45,20
Zinc	72,16	7,22	1,87	46	172	6,11	69,1	9,97
Relave	900,28	90,03	0,62	1,54	62	25,26	28,88	44,83

Nota: Fuente elaborado por el autor en función de las pruebas realizados D-096 60 g/t y Z-11 40g/t

De la tabla 10 se tiene un concentrado de plomo de calidad de 55,00% de plomo, 2042 g/t de plata con recuperación de 68,64% y 45,20% respectivamente. Para el concentrado de zinc con calidad de 46,0% de zinc y 172 g/t de plata con una recuperación de 69,1% 9,97% de zinc y plata.

d. Cuarta prueba realizado D-096 y Z-11.

En la cuarta prueba se realizaron con los colectores y su dosificación de D-096 60 g/t, Z-11 20 g/t, lo que se describe en la tabla 11.

Tabla 11 Cuarta prueba con D-096 60 g/t, Z-11 20 g/t

	ENSAYES					RECUPERACIONES		
	g	%Peso	%Pb	%Zn	Ag(g/t)	Pb	Zn	Ag
Cabeza	1000	100,00	2,21	4,84	126	100	100	100
Plomo	29,05	2,90	52,1	4,04	2088	68,41	2,42	45,78
Zinc	73,51	7,35	2,05	45,8	196	6,82	69,6	10,87
Relave	897,44	89,74	0,61	1,51	64	24,77	28,00	43,35

Nota: Fuente elaborado por el autor en función de las pruebas realizados D-096 60 g/t y Z-11 20g/t

En la tabla 11 se tiene un concentrado de plomo de calidad de 52,10% de plomo, 2088 g/t de plata con recuperación de 68,41% y 45,78% de plomo, plata. Para el concentrado de zinc con calidad de 45,80% de zinc y 196 g/t de plata con una recuperación de 69,6% 10,87% de zinc y plata.

e. Quinta prueba realizado D-096 y Z-11.

En la quinta prueba se realizaron con los colectores y su dosificación de D-096 14 g/t, Z-11 55 g/t, lo que se describe en la tabla 12.

Tabla 12 Quinta prueba con D-096 14 g/t, Z-11 55 g/t

	ENSAYES					RECUPERACIONES		
	g	%Peso	%Pb	%Zn	Ag(g/t)	Pb	Zn	Ag
Cabeza	1000	100,00	2,10	4,65	124	100	100	100
Plomo	27,14	2,71	52,8	3,98	2008	68,24	2,32	43,94
Zinc	71,15	7,11	2,15	47,1	204	7,29	72,1	11,70
Relave	901,71	90,17	0,57	1,32	61	24,18	25,6	44,35

Nota: Fuente elaborado por el autor en función de las pruebas realizados D-096 14 g/t y Z-11 55g/t

De la tabla 12 se tiene un concentrado de plomo de calidad de 52,80% de plomo, 2008 g/t de plata con recuperación de 68,41% y 43,94% de plomo, plata. Para el concentrado de zinc con calidad de 47,10% de zinc y 204 g/t de plata con una recuperación de 72,10% y 11,0% de zinc y plata respectivamente.

f. Sexta prueba realizado D-096 y Z-11.

En la sexta prueba se realizaron con los colectores y su dosificación de D-096 56 g/t, Z-11 20 g/t, lo que se describe en la tabla 13.

Tabla 13 Sexta prueba con D-096 56 g/t, Z-11 20 g/t

	ENSAYES					RECUPERACIONES		
	g	%Peso	%Pb	%Zn	Ag(g/t)	Pb	Zn	Ag
Cabeza	1000	100,00	2,24	4,80	114	100	100	100
Plomo	28,21	2,82	52,4	4,40	2235	65,92	2,59	48,11
Zinc	74,50	7,45	3,14	45,9	214	10,44	71,2	12,17
Relave	897,29	89,73	0,59	1,40	58	23,63	26,17	39,72

Nota: Fuente elaborado por el autor en función de las pruebas realizados D-096 56 g/t y Z-11 20g/t

De la tabla 13 se tiene un concentrado de plomo de calidad de 52,40% de plomo, 2235 g/t de plata con recuperación de 65,92% y 48,11% de plomo, plata. Para el concentrado de zinc con calidad de 45,90% de zinc y 214 g/t de plata con una recuperación de 71,2% 12,17% de zinc y plata.

4.4. Análisis de la calidad y recuperación de plomo zinc y plata.

La dosificación de los colectores de D-096 y Z-11 en la flotación de plomo zinc se detalla en la tabla 16 respecto su calidad y recuperación.

Tabla 14 Colector calidad y recuperación de plomo, zinc y plata

N°	Colector		Calidad		Recuperación		
	D-096 (g/t)	Z-11(g/t)	%Pb	%Zn	Pb	Zn	Ag
1	25	25	52,76	46,91	68,83	69,8	55,12
2	25	25	53,24	45,89	68,38	70,34	57,09
3	60	40	55,04	45,96	68,64	69,09	55,17
4	60	20	52,05	45,81	68,41	69,58	56,65
5	14	55	52,8	47,11	68,24	72,08	55,64
6	56	20	52,35	45,9	68,24	71,24	60,28

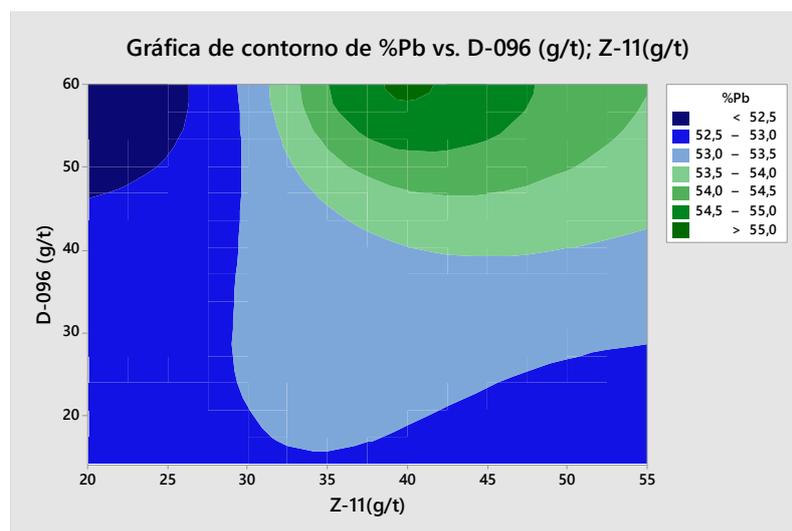
Nota: Fuente elaborado por el autor en función al resumen de las pruebas

De la tabla 14 la dosificación de los colectores D-096 a 25 g/t y Z-11 25 g/t: Se tiene una calidad de concentrado de plomo 52,76% con una recuperación de 68,83% y concentrado de zinc calidad de 46,91% con una recuperación de 69,80% y una recuperación de plata del orden de 55,12%. Con la misma dosificación del colector D-096 a 25 g/t y Z-11 25 g/t, se tiene una calidad de concentrado de plomo 53,76% con una recuperación de 68,38% y concentrado de zinc calidad de 45,89% con una recuperación de 70,34% y una recuperación de plata del orden de 57,09%. para una dosis de colector de D-096 a 60 g/t y Z-11 40 g/t, se tiene una calidad de

concentrado de plomo 55,04% con una recuperación de 68,64% y concentrado de zinc calidad de 45,96% con una recuperación de 69,09% y una recuperación de plata del orden de 55,17%. Con una dosificación de colector D-096 a 60 g/t y Z-11 20 g/t: Se tiene una calidad de concentrado de plomo 52,05% con una recuperación de 68,41% y concentrado de zinc calidad de 45,81% con una recuperación de 69,58% y una recuperación de plata del orden de 56,65%. Con una dosificación de D-096 a 14 g/t y Z-11 55 g/t: Se tiene una calidad de concentrado de plomo 52,80% con una recuperación de 72,08% y concentrado de zinc calidad de 47,11% con una recuperación de 72,08% y una recuperación de plata del orden de 55,64%, y para una dosificación de colector de D-096 a 56 g/t y Z-11 20 g/t: Se tiene una calidad de concentrado de plomo 52,35% con una recuperación de 68,24% y concentrado de zinc calidad de 45,9% con una recuperación de 71,24% y una recuperación de plata del orden de 60,28%.

a. Análisis de calidad y recuperación del Plomo.

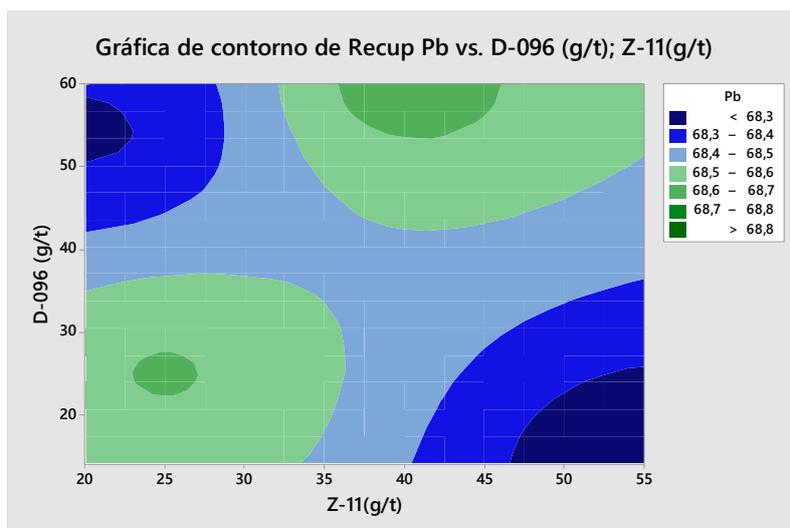
Figura 3 Calidad de concentrado de plomo en función de D-096 y Z-11



Nota: Fuente grafico elaborado con minitab 18 en función a los datos de las pruebas

De la figura 3 la mejor calidad en el concentrado, el plomo es mayor a 55% cuando D-096 es mayor a 57,71 g/t a 60 g/t y Z-11 este entre 38,38 g/t a 41,59 g/t.

Figura 4 Recuperación de plomo en función de D-096 y Z-11

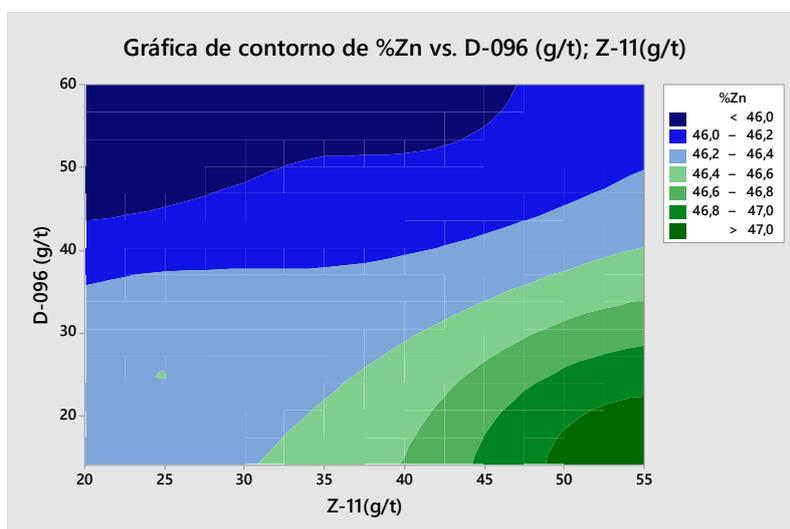


Nota: Fuente grafico elaborado con minitab 18 en función a los datos de las pruebas

De la figura 4 la mejor recuperación del plomo entre 68,6% a 68,7% cuando D-096 es mayor a 53,33 g/t a 60 g/t y Z-11 este entre 35,85 g/t a 45,88 g/t.

b. Análisis de la calidad y recuperación del zinc.

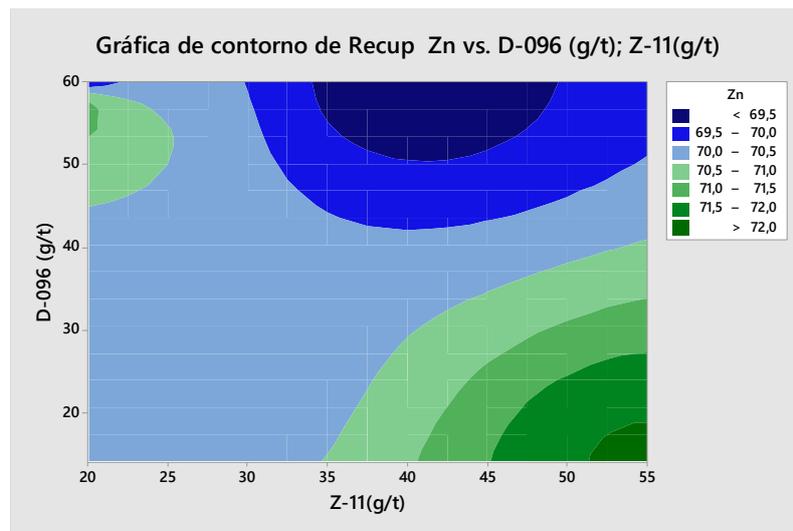
Figura 5 Calidad del zinc en el concentrado en función de D-096 y Z-11



Nota: Fuente grafico elaborado con minitab 18 en función a los datos de las pruebas

De la figura 5 la mejor calidad en el concentrado, el zinc es mayor a 47% cuando D-096 es mayor a 14,00 g/t a 22,19 g/t y Z-11 este entre 48,64 g/t a 55 g/t.

Figura 6 Recuperación de zinc en función de D-096 y Z-11

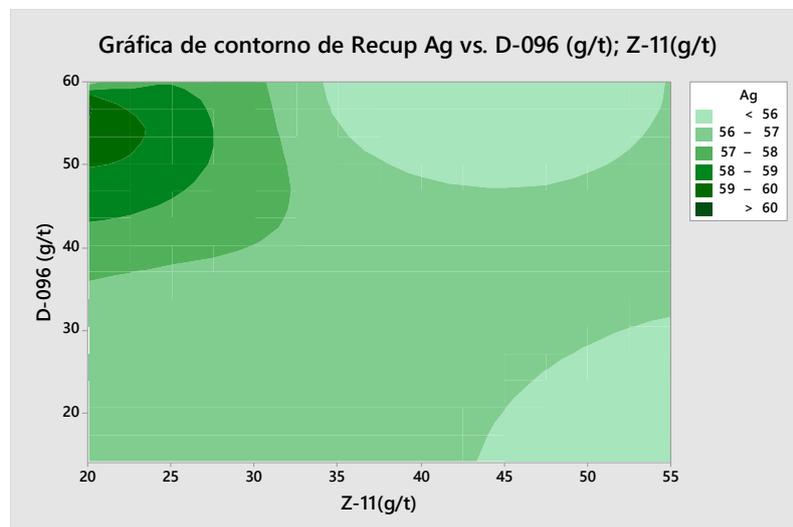


Nota: Fuente grafico elaborado con minitab 18 en función a los datos de las pruebas

De la figura 5 la mejor recuperación del zinc es mayor a 47% cuando D-096 es mayor a 14,00 g/t a 18,75 g/t y Z-11 este entre 48,64 g/t a 55 g/t.

c. Análisis de la recuperación de la plata.

Figura 7 Recuperación de plata en función de D-096 y Z-11



Nota: Fuente grafico elaborado con minitab 18 en función a los datos de las pruebas

De la figura 7 la mejor recuperación de la plata es mayor a 60% cuando D-096 este entre 49,57 g/t a 58,15 g/t y Z-11 este entre 20,00 g/t a 26,88 g/t.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.1.1.1. Discusión.

En el estudio sobre efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos para la recuperación de plomo experimentalmente realizado en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales – 2019, sobre los resultados de preliminares y los resultados de la variación de los colectores se tiene, que en las pruebas preliminares estándar la recuperación del plomo es de 68,83%, zinc de 70,13% y plata de 88,00%, para una dosificación de colector D-096 de 20 g/t, Z-11 20 g/t la recuperación de plomo es de 81,73%, zinc 75,46% y plata de 79,85%, mientras que con D-096 de 20 g/t, Z-11 10 g/t, y MT-3682 20 g/t es de 76,38% de plomo, 79,14% de zinc y 81,18% de plata.

Las mejores condiciones de proceso es cuando la dosificación de colector D-096 a 60 g/t y Z-11 20 g/t: Se tiene una calidad de concentrado de plomo 52,05% con una recuperación de 68,41% y concentrado de zinc calidad de 45,81% con una recuperación de 69,58% y una recuperación de plata del orden de 56,65%.

Con una dosificación de D-096 a 14 g/t y Z-11 55 g/t: Se tiene una calidad de concentrado de plomo 52,80% con una recuperación de 72,08% y concentrado de zinc calidad de 47,11% con una recuperación de 72,08% y una recuperación de plata del orden de 55,64%, y para una dosificación de colector de D-096 a 56 g/t y Z-11 20 g/t: Se tiene una calidad de concentrado de plomo 52,35% con una recuperación de 68,24% y concentrado de zinc calidad de 45,9% con una recuperación de 71,24% y una recuperación de plata del orden de 60,28%.

En el análisis del colector D-096 tiene efectos positivos frente a los minerales de plomo y plata, para el plomo la mejor calidad en el concentrado, el plomo es mayor a 55% cuando D-096 es mayor a 57,71 g/t a 60 g/t y Z-11 este entre 38,38 g/t a 41,59 g/t, y la recuperación del plomo

entre 68,6% a 68,7% cuando D-096 es mayor a 53,33 g/t a 60 g/t y Z-11 este entre 35,85 g/t a 45,88 g/t. Mientras que para la plata la mejor recuperación de la plata es mayor a 60% cuando D-096 este entre 49,57 g/t a 58,15 g/t y Z-11 este entre 20,00 g/t a 26,88 g/t.

Referente al zinc, la calidad en el concentrado, el zinc es mayor a 47% cuando D-096 es mayor a 14,00 g/t a 22,19 g/t y Z-11 este entre 48,64 g/t a 55 g/t, y la mejor recuperación del zinc es mayor a 47% cuando D-096 es mayor a 14,00 g/t a 18,75 g/t y Z-11 este entre 48,64 g/t a 55 g/t.

Para (Cobos, 2018), en Flotación Rougher de un Mineral Aurífero Complejo asociado a Sulfuros Polimetálicos, “La recuperación, ley del concentrado, el mejor resultado es la prueba #8 del Oro y prueba #7 de Plata. El Sulfato de Zinc no es necesario, no mejora la flotación, solo minora la recuperación e interfiere a otros reactivos”.

Para (Molina, 2017), en Estudio del efecto de la aplicación de espumantes en el proceso de flotación de mineral mixto de cobre, “Los poliglicoles generan mayor altura de espuma que el MIBC debido a su estructura y propiedades químicas, el comportamiento de la espuma depende en gran medida de la estructura y propiedades hidrodinámicas que presenta en función del surfactante usado”.

Para (Edgardo, 2012), en Flotación selectiva de sulfuros complejos usando reactivos de baja toxicidad, “La acción depresora se relaciona con el consumo y con el pH. Si el cobre se encuentra mayormente como calcopirita y este sulfuro no presenta alteración superficial, no se verifica ningún efecto depresor por parte del quebracho”.

5.2. Conclusiones.

En función del estudio realizado sobre efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos para la recuperación de plomo experimentalmente realizado en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales – 2019, se puede concluir en los siguientes:

El grado de concentrado mejora con el D-096, pero mejora aún más con la adición de MT-3682, La activación de zinc baja notablemente con la adición de MT-3682, es notable la mejora de la recuperación de zinc, de manera sostenida.

Para una flotación estándar la recuperación del plomo es de 68,83%, zinc de 70,13% y plata de 88,00%, para una dosificación de colector D-096 de 20 g/t, y Z-11 20 g/t, la recuperación de plomo es de 81,73%, zinc 75,46% y plata de 79,85%, mientras que para una dosificación de D-096 de 20 g/t, Z-11 10 g/t, y MT-3682 de 20 g/t es de 76,38% de plomo, 79,14% de zinc y 81,18% de plata. Aparentemente mejora la recuperación y si se adiciona MT-3682 mejora la recuperación.

Las mejores condiciones de proceso es cuando la dosificación de colector D-096 a 60 g/t y Z-11 20 g/t: Se tiene una calidad de concentrado de plomo 52,05% con una recuperación de 68,41% y concentrado de zinc calidad de 45,81% con una recuperación de 69,58% y una recuperación de plata del orden de 56,65%.

Con una dosificación de D-096 a 14 g/t y Z-11 55 g/t: Se tiene una calidad de concentrado de plomo 52,80% con una recuperación de 72,08% y concentrado de zinc calidad de 47,11% con una recuperación de 72,08% y una recuperación de plata del orden de 55,64%, y para una dosificación de colector de D-096 a 56 g/t y Z-11 20 g/t: Se tiene una calidad de concentrado de plomo 52,35% con una recuperación de 68,24% y concentrado de zinc calidad de 45,9% con una recuperación de 71,24% y una recuperación de plata del orden de 60,28%.

El colector D-096 tiene efectos positivos frente a los minerales de plomo y plata, para el plomo la mejor calidad en el concentrado, el plomo es mayor a 55% cuando D-096 es mayor a 57,71 g/t a 60 g/t y Z-11 este entre 38,38 g/t a 41,59 g/t, y la recuperación del plomo entre 68,6% a 68,7% cuando D-096 es mayor a 53,33 g/t a 60 g/t y Z-11 este entre 35,85 g/t a 45,88 g/t. Mientras que para la plata la mejor recuperación de la plata es mayor a 60% cuando D-096 este entre 49,57 g/t a 58,15 g/t y Z-11 este entre 20,00 g/t a 26,88 g/t.

Referente al zinc, la calidad, en el concentrado del zinc es mayor a 47% cuando D-096 es mayor a 14,00 g/t a 22,19 g/t y Z-11 este entre 48,64 g/t a 55 g/t, y la mejor recuperación del zinc es mayor a 47% cuando D-096 es mayor a 14,00 g/t a 18,75 g/t y Z-11 este entre 48,64 g/t a 55 g/t.

El D-096 tiene un efecto en la calidad y recuperación del plomo y plata, mientras que en la calidad y recuperación del zinc no tiene efecto, en efecto el reactivo estándar de Z-11 tiene efecto más positivo en la calidad y recuperación del zinc.

5.3. Recomendaciones.

En el presente trabajo sobre efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos para la recuperación de plomo experimentalmente realizado en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales –2019 me permito recomendar lo siguiente:

El reactivo D-096, necesita mayor tiempo de acondicionamiento, ya que sus propiedades espumantes, se manifestaban recién en la etapa scavenger, por lo que es necesario prolongar su tiempo de acondicionamiento y flotación.

Se sugiere evaluar cualquier reactivo primero a nivel laboratorio, para hacer un escalamiento lógico a nivel industrial, de esa manera se garantiza el uso y la buena recuperación de los elementos de valor de interés.

Las pruebas, deberían ser repetidas porque aparentemente tiene error en los resultados por lo que se sigue realizando más pruebas con el fin de contrastar y corregir para así llegar a un resultado que garantiza el escalamiento industrial.

CAPÍTULO V

FUENTES DE INFORMACION

5.1. Fuentes Bibliográficas

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

Bacilio, J. A., Quijahuamán, J., & Ruiz, M. (2012). Optimización del proceso de flotación de plomo, plata y zinc en la planta concentradora Mallay. *Instituto de ingenieros de minas del Perú*, 12. Obtenido de <https://www.convencionminera.com/perumin31/images/perumin/mencion-honrosa/tt-155.pdf>

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

Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San marcos.

Castillo, K., & Chavez, Y. (2012). Crecimiento de la tasa de recuperación de los minerales de plomo, zinc y plata en la etapa de concentración de minerales de la minera Volcan S.A.A. *ingeniero Químico*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Obtenido de http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3364/CastilloReyna_K%20-%20ChavezContreras_Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cobos, C. (2018). Flotación Rougher de un Mineral Aurífero Complejo asociado a Sulfuros Polimetálicos. *Ingeniero de Minas*. Universidad del Azuay, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7913/1/13653.pdf>

Cortez, M., & Minanya, D. (2009). Estudio de la reducción del desplazamiento de plomo a concentrados de cobre, zinc y al relave final mediante la implementación de celdas unitarias skim-air (sk-240 y sk-80) en la descarga de los molinos en C.I.A. Minera Raura. *Ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Obtenido de

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2218/Cortez%20Rosario%20-%20Ninanya%20Ortiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cuellar, L. (2008). Optimización del tratamiento de los minerales combinados de cobre y plomo – zinc, mediante la modificación del sistema de flotación en la unidad de negocios de Yauricocha. *Título profesional de Ingeniero Metalúrgico*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2216/Cuellar%20Ramos%20-%20Joñoruco%20Riveros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Danafloat. (2019). *Danafloat™ 096 mineral collector*. Obtenido de Danafloat: http://www.danafloat.com/_literature_38051/mineral_collector_-_096

Day, A. (2002). *Manual de productos químicos para minería*. cytec. doi:www.cyte.com

Demetrio, A., & Napoleón, E. (2012). Mejoramiento de la recuperación de plata de los minerales de mina Poopó. *Revista Metalúrgica UTO*. Obtenido de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2078-55932012000100006&lng=es&nrm=iso

Edgardo, P. (2012). Flotación selectiva de sulfuros complejos usando reactivos de baja toxicidad. *Tesis doctoral*. Universidad de Oviedo, Oviedo. Obtenido de digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/13203/2/TD_pedroedgardosarquis.pdf

Fernandez, C. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: Mc Gram Hill .

Ganozo, j. (2007). Efecto del hierro en la flotación del zinc. *Investigación aplicada e innovación*, 8. Obtenido de <https://www.tecsup.edu.pe/consultoria-y-asistencia-tecnica/uploads/Revista/revista-i-i-2007-vol-1-1.pdf>

Molina, I. (2017). Estudio del efecto de la aplicación de espumantes en el proceso de flotación de mineral mixto de cobre. *Grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. Obtenido de

https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/21927/Molina_Ignacio.pdf?sequence=1

Sutulov, A. (1963). *Flotación de minerales*. Concepción: Instituto de investigación tecnológicas.

WordPress. (2019). *Definicion.de* . Obtenido de Copyright © 2008-2019 :
<https://definicion.de/efecto/>

Yamashiro, A. (2012). Cianuración de concentrados pirrotíticos auríferos con etapa de pre-tratamiento de oxidación con aire. *Titulo profesional*. Universidad de ingeniería, Lima.
Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1333/1/Yamashiro_ba.pdf

Yianatos, J. (2005). *Flotación de minerales*. Santiago.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo 1 Matriz de consistencia general

Titulo	Problema Generales	Objetivos General	Hipótesis General	Variable Independiente	Indicadores
<p>“ EFECTO DEL DANAFLOAT 096 EN EL TRATAMIENTO DE MINERALES POLIMETÁLICOS PARA LA RECUPERACIÓN DE PLOMO EXPERIMENTALMENTE EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE MATERIALES -2019”</p>	<p>¿En qué medida tendrá efecto el danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos, en la recuperación de plomo a nivel experimenta que se realizará en el centro de investigación y desarrollo tecnológico de materiales -2019?</p>	<p>Evaluar el efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos, para la recuperación de plomo a nivel experimental que se llevara a cabo el estudio en el centro de investigación y desarrollo tecnológico de materiales -2019.</p>	<p>El efecto del danafloat 096 en el tratamiento de minerales polimetálicos, tendrá un alto grado en la recuperación en el concentrado con una calidad satisfactorio del plomo a nivel experimental, que se llevará a cabo en el estudio en el centro de investigación y desarrollo tecnológico de materiales -2019.</p>	<p>Efecto del donafloat 096 -</p>	<p>Dosificación. - Rango.</p>

Anexo 2 Matriz de consistencia específico.

Titulo	Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente	Indicadores
<p>“ EFECTO DEL DANAFLOAT 096 EN EL TRATAMIENTO DE MINERALES POLIMETÁLICOS PARA LA RECUPERACIÓN DE PLOMO EXPERIMENTALMENTE EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE MATERIALES -2019”</p>	<p>¿En qué rango el donafloat 096 tendrá efecto en el tratamiento de los minerales polimetálicos, en la recuperación del plomo a nivel experimental que se realizará en el centro de investigación y desarrollo tecnológico de materiales -2019?</p> <p>¿Sera posible el empleo de donafloat 096 disminuir el empleo del colector Z-11 en el tratamiento de los minerales polimetálicos, en el concentrado de bulk respecto a su calidad y recuperación del plomo a nivel experimental que se realizara en el centro de investigación y desarrollo tecnológico de materiales -2019?</p> <p>¿Cómo actúa la dosificación del donafloat 096 en el tiempo y desplazamiento en el tratamiento de minerales polimetálicos, en la recuperación y calidad del plomo en el concentrado?</p>	<p>Evaluar el rango de dosificación del donafloat 096 que tendrá efecto en el tratamiento de los minerales polimetálicos, en la recuperación del plomo a nivel experimental que se realizará en el centro de investigación y desarrollo tecnológico de materiales -2019.</p> <p>Evaluar en qué medida el empleo de donafloat 096 disminuir el empleo del colector Z-11 en el tratamiento de los minerales polimetálicos, en el concentrado de bulk respecto a su calidad y recuperación del plomo a nivel experimental que se realizara en el centro de investigación y desarrollo tecnológico de materiales -2019.</p> <p>Evaluar cómo actuará la dosificación del donafloat 096 en el tiempo y desplazamiento en el tratamiento de minerales polimetálicos, en la recuperación y calidad del plomo en el concentrado.</p>	<p>Estableciendo el rango de dosificación del donafloat 096 sobre el efecto en el tratamiento de los minerales polimetálicos, se tendrá una recuperación optima del plomo a nivel experimental en el estudio que se realizará en el centro de investigación y desarrollo tecnológico de materiales - 2019.</p> <p>Si se establece el rango de dosificación del empleo de donafloat 096 disminuir el empleo del colector Z-11 en el tratamiento de los minerales polimetálicos, se tendrá un concentrado de calidad y recuperación del plomo a nivel experimental que se realizará en el centro de investigación y desarrollo tecnológico de materiales -2019.</p> <p>Estableciendo el rango de dosificación del donafloat 096 en el tiempo y desplazamiento en el tratamiento de minerales polimetálicos, se tendrá una recuperación y calidad del plomo en el concentrado.</p>	<p>Recuperación de plomo</p>	<p>- Calidad - Recuperación</p>

02 INSTRUMENTOS PARA LA TOMA DE DATOS

Anexo 3 Dosificación y consumo de reactivos

REACTIVO	Laboratorio	
	mL	g/TM
CNNa		200
DANAFLOAT 096		
ZnSO ₄		100
Z-11		
CaO(80%)		5834
H-525		7,5
A-3418		22,5

Anexo 4 Pesos y leyes de las pruebas de flotación

PRUEBA:	Mineral	D-096	Z-11	MT-3682						
FECHA:		20 g/t	10 g/t	20 g/t						
LEYES					DISTRIBUCION					
PRODUCTO	% Peso	% Pb	% Zn	% Fe	Ag g/t	Plomo	Zinc	Fierro	Plata	
C. Ro. Pb	5,97	20,43	3,38	26,58	518	52,83	3,93	5,62	32,20	
C. Scv. Pb	4,44	13,05	4,55	28,10	372	23,55	3,69	4,15	16,14	
Ro.+ Scv.	10,13	17,40	3,86	27,20	458	76,38	7,61	9,77	48,34	
C.Ro. Zn	20,18	1,03	18,40	33,80	112	9,01	72,31	24,20	23,56	
C. Scv. Zn	9,48	1,14	3,70	28,80	94	4,69	6,83	9,69	9,29	
Ro.+ Scv.	29,66	1,07	13,70	32,20	106	13,70	79,14	33,89	32,84	
Rel. Gral.	60,21	0,38	1,13	26,38	30	9,92	13,25	56,34	18,82	
Cab. Calc.	100,00	2,31	5,14	28,19	96	100,00	100,00	100,00	100,00	
Cab. Ens.		Pb	Zn	Fe	Ag	PbOx	ZnOx	Cu	Bi	
		2,21	4,92	27,50	102	0,22	0,12	0,03	0,02	

	ENSAYOS				RECUPERACIONES		
	TMS	% Pb	% Zn	Ag(g/t)	Pb	Zn	Ag
Cabeza	4034,84	2,29	5,10	130	100	100	100
Plomo	120,54	52,76	3,66	2022	68,83	2,14	44,59
Zinc	308,19	2,10	46,91	188	6,96	69,80	10,53
Relave	3608,11	0,62	1,60	68	24,21	28,05	44,88

Anexo 5: Análisis de regresión: %Pb vs. D-096 (g/t); Z-11(g/t)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	1,8275	0,9137	0,72	0,555
D-096 (g/t)	1	0,8248	0,8248	0,65	0,479
Z-11(g/t)	1	1,7012	1,7012	1,34	0,331
Error	3	3,8047	1,2682		
Falta de ajuste	2	3,6895	1,8448	16,01	0,174
Error puro	1	0,1152	0,1152		
Total	5	5,6322			

Resumen del modelo

S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,12616	32,45%	0,00%

Coeficientes

EE del					
Término	Coef	coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	50,72	2,04	24,83	0,000	
D-096 (g/t)	0,0218	0,0270	0,81	0,479	1,26
Z-11(g/t)	0,0470	0,0406	1,16	0,331	1,26

Ecuación de regresión

$$\%Pb = 50,72 + 0,0218 \text{ D-096 (g/t)} + 0,0470 \text{ Z-11(g/t)}$$

Anexo 6 Análisis de regresión: %Zn vs. D-096 (g/t); Z-11(g/t)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	1,16339	0,58169	3,23	0,179
D-096 (g/t)	1	0,52304	0,52304	2,90	0,187
Z-11(g/t)	1	0,14843	0,14843	0,82	0,431
Error	3	0,54055	0,18018		
Falta de ajuste	2	0,02035	0,01017	0,02	0,981
Error puro	1	0,52020	0,52020		
Total	5	1,70393			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,424479	68,28%	47,13%	1,19%

Coeficientes

Término	EE del		Valor T	Valor p	FIV
	Coef	coef.			
Constante	46,530	0,770	60,43	0,000	
D-096 (g/t)	-0,0174	0,0102	-1,70	0,187	1,26
Z-11(g/t)	0,0139	0,0153	0,91	0,431	1,26

Ecuación de regresión

$$\%Zn = 46,530 - 0,0174 D-096 (g/t) + 0,0139 Z-11(g/t)$$

Anexo 7 Análisis de regresión: Pb vs. D-096 (g/t); Z-11(g/t)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	0,006936	0,003468	0,04	0,962
D-096 (g/t)	1	0,000837	0,000837	0,01	0,929
Z-11(g/t)	1	0,006843	0,006843	0,08	0,800
Error	3	0,267998	0,089333		
Falta de ajuste	2	0,166748	0,083374	0,82	0,615
Error puro	1	0,101250	0,101250		
Total	5	0,274933			

Resumen del modelo

S	R-cuad.		R-cuad.	
	R-cuad.	(ajustado)	(pred)	
0,298886	2,52%	0,00%	0,00%	

Coeficientes

Término	EE del		Valor T	Valor p	FIV
	Coef	coef.			
Constante	68,576	0,542	126,50	0,000	
D-096 (g/t)	-0,00069	0,00718	-0,10	0,929	1,26
Z-11(g/t)	-0,0030	0,0108	-0,28	0,800	1,26

Ecuación de regresión

$$Pb = 68,576 - 0,00069 D-096 (g/t) - 0,0030 Z-11(g/t)$$

Anexo 8 Análisis de regresión: Zn vs. D-096 (g/t); Z-11(g/t)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	2,0410	1,0205	0,72	0,554
D-096 (g/t)	1	0,9714	0,9714	0,69	0,467
Z-11(g/t)	1	0,2255	0,2255	0,16	0,716
Error	3	4,2269	1,4090		
Falta de ajuste	2	4,0811	2,0406	14,00	0,186
Error puro	1	0,1458	0,1458		
Total	5	6,2679			

Resumen del modelo

S	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,18701	32,56%	0,00%

Coeficientes

Término	EE del		Valor T	Valor p	FIV
	Coef	coef.			
Constante	70,77	2,15	32,87	0,000	
D-096 (g/t)	-0,0237	0,0285	-0,83	0,467	1,26
Z-11(g/t)	0,0171	0,0427	0,40	0,716	1,26

Ecuación de regresión

$$\text{Zn} = 70,77 - 0,0237 \text{ D-096 (g/t)} + 0,0171 \text{ Z-11(g/t)}$$

Anexo 9 Análisis de regresión: Ag vs. D-096 (g/t); Z-11(g/t)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	5,4855	2,7427	0,61	0,598
D-096 (g/t)	1	0,3015	0,3015	0,07	0,812
Z-11(g/t)	1	3,1693	3,1693	0,71	0,462
Error	3	13,4360	4,4787		
Falta de ajuste	2	11,4956	5,7478	2,96	0,380
Error puro	1	1,9404	1,9404		
Total	5	18,9215			

Resumen del modelo

	R-cuad.	R-cuad.		
S	R-cuad.	(ajustado)	(pred)	
2,11629	28,99%	0,00%	0,00%	

Coeficientes

Término	EE del				
	Coef	coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	58,11	3,84	15,14	0,001	
D-096 (g/t)	0,0132	0,0508	0,26	0,812	1,26
Z-11(g/t)	-0,0641	0,0762	-0,84	0,462	1,26

Ecuación de regresión

$$Ag = 58,11 + 0,0132 D-096 (g/t) - 0,0641 Z-11(g/t)$$