

*“Universidad Nacional”*  
*“José Faustino Sánchez Carrión”*



**“Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica”**

**“Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica”**

**“EFECTO DEL DEPRESOR DQM33175 Y ESPUMANTE MIBC/AP EN  
LA CONCENTRACIÓN DE ZINC EN LA PLANTA CONCENTRADORA  
CONSORCIO AGROMINERO SAN HILARIÓN SAC - 2020”**

**“TESIS”**

**“PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
METALURGICO”**

Autor

JUSTO RODRÍGUEZ, JUAN PABLO

Asesor

M(o). ABARCA RODRÍGUEZ, JOAQUÍN JOSÉ.

C.I.P. N° 108833

**Huacho - Perú**

2020

  
JOAQUÍN JOSÉ  
ABARCA RODRÍGUEZ  
INGENIERO METALURGICO  
Reg CIP N° 108833

**“EFECTO DEL DEPRESOR DQM33175 Y ESPUMANTE MIBC/AP  
EN LA CONCENTRACIÓN DE ZINC EN LA PLANTA  
CONCENTRADORA CONSORCIO AGROMINERO SAN  
HILARIÓN SAC - 2020”**



---

Presidente

Dr. Máximo Tomás Salcedo Meza



---

Secretario

M(o) Juan Manuel Ipanaque Roña



---

Vocal

M(o) Cayo Eduardo Guerra Lazo



---

Asesor

M(o) Joaquín José Abarca Rodríguez



---

Tesista

Juan Pablo Justo Rodríguez

## DEDICATORIA

A mis queridos padres, hermanas, abuelos, por el apoyo incondicional y el apoyo durante la etapa de formación de mi vida para realizarme una persona de bien y aquellas personas que me brindaron el apoyo para forjar el proyecto desarrollado y sea una realidad.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por iluminar el camino que me conduce en el camino de la vida, a mis padres por darme la vida y apoyarme todo el tiempo para realizarme una persona de bien.

Su más profundo agradecimiento a las personas tanto administrativos y docentes de la “Escuela de Ingeniería Metalúrgica” por ese esfuerzo de apoyo en todos los aspectos durante los 5 años de formación.

## PENSAMIENTO

“Estar preparado es importante, saber esperar es aún más, pero aprovechar el momento adecuado es la clave de la vida”(Arthur Schnitzler)

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
PENSAMIENTO.....	5
INDICE GENERAL.....	6
ÍNDICE DE FIGURA.....	9
ÍNDICE DE TABLA.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	14
1.2 Formulación del problema.....	14
1.2.1 Problema general.....	14
1.2.2 Problemas específicos.....	14
1.3 Objetivos de la Investigación.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivo específico.....	15
1.4 Justificación de la investigación.....	15
1.5 Delimitación del estudio.....	15
1.6 Viabilidad del estudio.....	15
CAPITULO II.....	16

MARCO TEORICO .....	16
2.1. Antecedentes de la investigación.....	16
2.1.1. Antecedente Internacionales.....	16
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	17
2.2. Bases Teóricas. ....	19
2.2.1. Flotación.....	19
2.2.2. Reactivos Químicos para la Flotación.....	20
2.2.3. Colectores.....	20
2.2.4. Espumantes.....	20
2.2.5. Reguladores.....	21
2.3. Definiciones conceptuales. ....	22
2.4. Formulación de la Hipótesis. ....	24
2.4.1. Hipótesis General. ....	24
2.4.2. Hipótesis Específicos .....	24
CAPITULO III .....	25
METODOLOGIA .....	25
3.1. Diseño Metodológico .....	25
3.2. Población y Muestra .....	26
3.3. Operacionalización de las Variables e indicadores. ....	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	28
3.5. Técnicas para el procesamiento de la información.....	29
CAPITULO IV .....	30

RESULTADOS .....	30
4.1. Análisis de Resultados.....	30
4.1.1. Componentes Mineralógica.....	30
4.1.2. Ley de Cabeza. ....	31
4.1.3. Molienda del Mineral. ....	31
4.1.4. Condiciones de pruebas de flotación.....	34
4.1.5. Resultados de las pruebas de flotación.....	37
4.2. Contratación de Hipótesis. ....	41
4.2.1. Hipótesis General. ....	41
4.2.2. Hipótesis Especifico.....	45
CAPITULO V .....	49
DISCUSIONES .....	49
5.1. Discusiones de Resultados.....	49
CAPITULO VI.....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
6.1. Conclusiones.....	51
6.2. Recomendaciones. ....	52
CAPÍTULO VII.....	53
REFERENCIAS .....	53
7.1. Fuentes Bibliográficas. ....	53

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Curva de liberación de minerales en función del tiempo.....	32
Figura 2 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la calidad del zinc en función de depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP .....	42
Figura 3 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la recuperación del zinc en función de depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP. ....	43
Figura 4 Diagrama de Pareto de efectos estándares la presencia de plomo en el concentrado de zinc. ....	44
Figura 5 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la calidad del zinc vs liberación del mineral.....	45
Figura 6 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la recuperación del zinc vs liberación del mineral.....	46
Figura 7 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la calidad del zinc vs pH.....	47
Figura 8 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la recuperación del zinc vs pH.....	48

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1	Operacionalización de las variables de estudio.....	27
Tabla 2	Composición mineralógica de los sulfuros mineral de Cabeza Coriac.....	30
Tabla 3	Composición mineralógica de la ganga Mineral de Cabeza Coriac.....	30
Tabla 4	ley de mineral de Cabeza Mina Coriac .....	31
Tabla 5	Distribución de Pasante a la malla 200m .....	32
Tabla 6	Proyección de la liberación de mineral .....	33
Tabla 7	Primera prueba de flotación .....	34
Tabla 8	Segunda prueba de flotación .....	35
Tabla 9	Tercera prueba de flotación.....	36
Tabla 10	Balance metalúrgico de la AC-E1 .....	37
Tabla 11	Balance metalúrgico de la AC-E2.....	38
Tabla 12	Balance metalúrgico de la AC-E3.....	39
Tabla 13	Resumen de las 3 pruebas .....	40
Tabla 14	Coefficientes de calidad del zinc en función de. depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP .....	41
Tabla 15	Coefficientes de la recuperación del zinc en función del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP .....	42
Tabla 16	Coefficientes de la presencia de plomo en el concentrado de zinc .....	43
Tabla 17	Coefficientes de calidad del zinc en función de la liberación del mineral .....	45
Tabla 18	Coefficientes de recuperación del zinc en función de la liberación del mineral .....	46
Tabla 19	Coefficientes de calidad del zinc en función del pH .....	47
Tabla 20	Coefficientes de recuperación del zinc en función del pH .....	48

## RESUMEN

El objetivo de la investigación es analizar el efecto del “depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la calidad y recuperación de la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020”, se desarrolló en el laboratorio de la empresa, es una investigación básica predictiva experimental cuantitativo. Los resultados obtenidos se tiene una calidad de zinc en el concentrado de zinc de 55,83% a 60,93% con una recuperación de 43,40% a 44,05% con un desplazamiento de plomo entre 0,19% a 0,23% para liberación pasante a la malla 200 entre 55% a 65%. Se tiene las conclusiones para el depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP no tiene efecto en la calidad del zinc en el concentrado, mientras que para la recuperación el depresor DQM33175 no tiene efecto mientras que el espumante MIBC/AP si tiene efecto en la calidad, mientras que en la activación del plomo en el concentrado del zinc tiene efecto la liberación pasante al %-200m, DQM33175(g/TM), MIBC/AP(g/TM) y el pH. En el caso de la liberación respecto a la calidad y recuperación del zinc no tiene efectos. La calidad y recuperación en relación del pH, tiene efecto el pH en la calidad del zinc en el concentrado de zinc, respecto a la recuperación del zinc el pH no tiene efecto significativo estadísticamente.

Palabra clave: Depresor de sulfuros, recuperación y flotación del zinc, mejorar la recuperación del zinc.

## ABSTRACT

The objective of the research is to analyze the effect of the "DQM33175 depressant and MIBC / AP foaming agent on the quality and recovery of the zinc concentration in the concentrator plant Consorcio Agrominero San Hilarión SAC - 2020", it was developed in the company's laboratory, is a basic quantitative experimental predictive research. The results obtained have a zinc quality in the zinc concentrate of 55.83% to 60.93% with a recovery of 43.40% to 44.05% with a lead shift between 0.19% to 0, 23% for release through 200 mesh between 55% to 65%. The conclusions are reached for the DQM33175 depressant and MIBC / AP foaming agent has no effect on the quality of the zinc in the concentrate, while for recovery the DQM33175 depressant has no effect while the MIBC / AP foaming agent does have an effect on quality. While the activation of lead in the zinc concentrate has an effect through release at% -200m, DQM33175 (g / TM), MIBC / AP (g / TM) and pH. In the case of the release regarding the quality and recovery of zinc it has no effect. The quality and recovery in relation to the pH, the pH has an effect on the quality of the zinc in the zinc concentrate, with respect to the recovery of the zinc, the pH does not have a statistically significant effect.

Key Word: Sulfide depressant, zinc recovery and flotation, improve zinc recovery.

## INTRODUCCIÓN

En el campo de proceso de concentración de los minerales a partir de un conjunto de minerales es necesario su selección de las componentes mineralógicas a concentrar, en ese camino primero se debe de deprimir los elementos que tienden a flotar junto con los minerales deseados a concentrar por flotación.

En nuestro caso los minerales a recuperar son todo los que contiene zinc dentro de su estructura ya sea sulfuros y óxidos, por ello es necesario deprimir los minerales que tienen la afinidad de flotar junto con los minerales de zinc.

Los depresores de los sulfuros como la pirita, arsenopirita, etc., es necesario deprimirlo, al mismo tiempo es necesario que espumante tiene la afinidad de tener estabilidad a estas condiciones para realizar que no se rompan y puedan servir como medio de transporte a los minerales que se desean recupera o sea los minerales de zinc.

Para nuestro trabajo se utilizó el depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP con la finalidad de evaluar su comportamiento en la deprecación de los componentes no deseados y para ver la estabilidad del espumante.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática.

En un mundo globalizado y de competencia es necesario buscar darle un valor agregado a la materia prima, por lo que es necesario busca caminos para mejorar el proceso de flotación, para ello es necesario realizar los estudios de pruebas de flotación en ello eliminar los minerales que intervienen como impurezas, para eliminar ello es necesario buscar su depresión con los reactivos más adecuadas y los espumantes que deben su compatibilidad en el proceso de flotación. En función a ellos se ve la necesidad de plantear el problema que se describe 1.2 del presente tesis.

### 1.2 Formulación del problema

#### 1.2.1 Problema general

¿En qué medida influirá el efecto del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020?

#### 1.2.2 Problemas específicos

¿Tendrá algún efecto la liberación del mineral en la concentración del zinc respecto la calidad y su recuperación?

¿En qué medida el efecto del pH influirá en la calidad y recuperación del zinc y su desplazamiento de los minerales a los concentrados?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Analizar el efecto del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020.

#### **1.3.2 Objetivo específico**

Analizar el efecto de la liberación del mineral en la concentración del zinc respecto la calidad y su recuperación.

Analizar el efecto del pH en la calidad y recuperación del zinc y su desplazamiento de los minerales a los concentrados.

### **1.4 Justificación de la investigación**

En cuanto a la investigación sobre efecto del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020, se justifica porque es importante ver efecto del depresor en la calidad del concentrado y el desplazamiento del mineral a las colas, respecto al espumante si a estas condiciones tiene una afinidad positiva.

### **1.5 Delimitación del estudio.**

El estudio se realizará en el 2020, en el laboratorio de la empresa minera Consorcio Agrominero San Hilarión SAC.

### **1.6 Viabilidad del estudio**

Respecto a la viabilidad del estudio sobre efecto del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020, se puede realizar por contar con los medios necesarios, acceso a la fuente de información, permiso jefe del laboratorio de la empresa y el asesoramiento de los docentes de la facultad.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación.

##### 2.1.1. Antecedente Internacionales.

En el trabajo sobre “Separación de minerales de zinc oxidados de relaves: influencia de los reactivos de flotación” Navidi Kashani & Rashchi (2008) concluye que la “calidad del zinc (..) en presencia 3400 g/t de  $\text{Na}_2\text{S}$ , se elevó a 32%, 38% y 40% al agregar silicato de sodio, tripolifosfato de sodio y hexametafosfato de sodio (...) con recuperación del 50%, 62% y 70% respectivamente” (p. 972).

En el trabajo sobre el “beneficio mineral de óxido de zinc utilizando el método de flotación” Ejtemaei, Gharabaghi, & Irannajad (2013) concluye que, “el ácido oleico es el más adecuado para la flotación de minerales de zinc oxidados. (...) el pH es el parámetro que controla la carga superficial de la capa de adsorción y determina el rendimiento de flotación” (p.9).

En el trabajo sobre “Estudio sobre el pretratamiento de mineral de zinc oxidado previo a la flotación” (Dong-sheng, Chen, Xiang, Yu, & Potgieter, 2018) concluye que el pretratamiento mediante hidrociclón para la dispersión de lodos y la eliminación de hierro magnético, se obtiene un concentrado de zinc con ley de 34,66% y recuperación de 73,41%.

En el trabajo sobre “estudio de flotación de mineral de óxido de zinc utilizando colectores mixtos catiónico-aniónicos” (Khaleghi, y otros, 2017) concluye que el tipo de colector, la cantidad del colector, CMC y la dosis del espumante fueron los factores más efectivos para controlar la recuperación por flotación del zinc.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales.**

En su trabajo de investigación sobre “Optimización en la flotación para aumentar la recuperación de plomo-plata en la unidad minera Uchucchacua”; (Fernandez D. Narvaez W., 2015), concluye: que las pruebas realizadas demuestran que la celda flash SK-240 permite la flotación de mineral de granulometría gruesa, obteniendo concentrado de alta ley y la recuperación solo en una etapa y minimiza la sobre molienda de los minerales valioso. La flotación de minerales gruesos favorece la filtración, por otra parte, permite aumentar la capacidad de planta, el tiempo de residencia y la recuperación de los minerales valiosos.

En la investigación sobre “evaluación del circuito de plomo en minera HUINAC SAC 2013”, (Caballero & Arellan, 2014), los investigadores llegaron a las siguientes conclusiones: La calidad de concentrado bulk para el plomo se mejora la calidad de 47,15% a 50,90%, mientras que en la recuperación de decrecer desde 91,43% a 84,25%, para la plata crece la calidad desde 131,12 oc/TM a 161,72 onz/TM, respecto la recuperación de la plata decrece desde 81.63% a 79,52%, en el desplazamiento del zinc se mejora de 9,11% a 8,89%, mientras que el hierro de 9,39% a 6,95%.

En el estudio del “efecto depresor de reactivos orgánicos naturales en la flotación de sulfuros” (Ciribeni, Sarquís, & González, 2002) concluye que; el modificador floatán T1 la dosificación depende del pH, la presencia del ion calcio ayuda la depresión de la pirita en un pH entre 8 a 10, mientras que la presencia del ion cobre permite mejorar la flotabilidad de la calcopirita en un pH de 9 a 10.

En su trabajo de investigación sobre “flotación de minerales oxidados de plomo” los autores (Azañero, y otros, 2002); llego a la siguiente conclusión que para la flotación de la cerusita es necesario una sulfurización para obtener un concentrado comercialmente y que tenga buena recuperación para ello es necesario utilizar tres circuitos, usando reactivos convencionales.

En el trabajo de investigación en la empresa minera Austria Dúas S.A.C sobre, “Remolienda de mixtos de Zinc” (Vílchez, 2011) concluye que el mineral de zinc grueso tiene amarres, por lo se realiza una remolienda, con ello se incrementó una recuperación del 2% y se disminuyó en el relave del zinc de 0,45% a 0,35%.

En su trabajo de investigación sobre Cinética flotación en procesos metalúrgicos de remolienda de mixtos (Guerrero, 2011) concluye que la alimentación de partículas finas mixta del 45,49% de la malla 325, contribuyen a la pérdida de valores en el circuito de flotación.

## **2.2. Bases Teóricas.**

### **2.2.1. Flotación.**

La flotación es un proceso de separación de los minerales, es decir que “la flotación es un proceso fisicoquímico de separación de minerales o compuestos finamente molidos, basados en las propiedades superficiales de los minerales, que hace que un mineral o varios se queden en una fase o pasen a otra” (Londoño, y otros, 2010, pág. 277). Las propiedades pueden ser modificadas con reactivos específicos de acuerdo a las conveniencias.

En la flotación sus comportamientos de los componentes es de acuerdo a sus “propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas de los minerales. Se trata fundamentalmente de un fenómeno de comportamiento de sólidos frente al agua” (Londoño, y otros, 2010, pág. 277). Los minerales con propiedades hidrofílicas se mojan y permanecen en el agua, mientras que los minerales hidrofóbicos se adhieren a las burbujas del aire y suben a la superficie.

Para la flotación de los minerales depende de las propiedades del mineral que permite adherirse a la burbuja y son evacuados a la superficie de la pulpa, para que ocurra la superficie del mineral sea hidrofóbica se agregan colectores al agua, mientras que para que no se adhiera los minerales no deseados se adicionan los depresores (Venancio, 1999).

En la separación de las partículas de minerales consiste en “la adherencia de la partícula a la fase gaseosa o a la líquida es, (...) ayudada grandemente por (...) reactivos químicos activos sobre superficie” (Chia, 1989, pág. 135).

Para el proceso de flotación primero las partículas deben ser liberadas finamente, luego esto debe ser acondicionado donde ingresan los reactivos depresores, activadores, colectores, espumantes. Como existe tres fases sólidos, líquido y gas, estos al encontrarse en un movimiento, los depresores se pegan a los minerales no deseados y son atraídos por el agua, mientras que los colectores se adhieren al mineral deseado y son atraídos por las burbujas que

se generan por la turbulencia generado dando estabilidad los espumantes y son evacuado a si la parte superior de la pulpa, para ser evacuado (Chia, 1989).

### **2.2.2. Reactivos Químicos para la Flotación.**

En el proceso de flotación se utilizan reactivos que permite modificar las propiedades de los minerales, estabilidad de las espumas, modificación del pH de medio, etc. Los reactivos más importantes en el proceso de flotación son los colectores, espumantes y modificadores en este caso están conformados por los depresores, activadores, sulfurizantes, modificadores de pH (Azañero A. , 2015).

### **2.2.3. Colectores.**

En la flotación de los minerales se usan colectores y estos “son compuestos orgánicos que hacen que los minerales seleccionados sean repelentes al agua por adsorción sobre la superficie del mineral, reduciendo la estabilidad de la capa hidratada que separa el mineral de la burbuja de aire” (Wills & Finch, 2016, pág. 269).

Para que flote se debe impartir hidrofobicidad a la mayoría de los minerales, para alcanzar esto, se agrega a la pulpa en agitación los colectores a la pulpa y se deja un tiempo de adsorción durante el acondicionamiento. Con la finalidad de que las partículas del mineral, colector y burbuja se una, en menor el tiempo (Wills & Finch, 2016).

Entre los colectores más usados en nuestro medio son los xantatos entre ellos tenemos el Z-6 y Z-11, mientras que por otra parte entre los ditiofosfatos tenemos los aerofloat como el A-31, A-208, A-404, A-3418, etc., en ciertas empresas lo usan para flotar minerales secundarios (Azañero A. , 2015).

### **2.2.4. Espumantes**

Son reactivos que permite darle estabilidad a las espumas y estos “son reactivos orgánicos solubles en agua que se absorben en la interfase aire agua. Son moléculas heteropolares con un

grupo polar que da la solubilidad en agua y un grupo hidrocarbonado no polar” (kelly & Spottiswoord, 1990, pág. 340).

Los espumantes son alcoholes superiores entre ellos tenemos el aceite de pino, el cresol, MIBC(C<sub>6</sub>H<sub>13</sub>OH), D250, R65, F70 (Azañero A. , 2015).

### **2.2.5. Reguladores.**

Son reactivos que permite “modificadores, se utilizan ampliamente en flotación modifica la acción del recolector ya sea intensificando o reduciendo su efecto repelente al agua sobre la mineral superficie” (Wills & Finch, 2016, pág. 285). Los reactivos modificadores se clasifican en depresores, activadores, modificadores de pH, etc.

#### **a) Activadores.**

Son reactivos que permite “fomentar las propiedades hidrofóbicas de los minerales y aumenta la flotabilidad del mineral” (Azañero A. , 2015). Entre los activadores más comunes tenemos sulfato de cobre, nitrato de cobre, NaSH, etc.

#### **b) Depresores.**

Son reactivos que se adhiere a la superficie de los minerales y lo hace hidrofílico, “se utiliza para aumentar la selectividad de la flotación al hacer que ciertos minerales sean hidrofílicos, evitando así su flotación. Son clave para la flotación económica de muchos minerales” (Wills & Finch, 2016, pág. 287). Los reactivos depresores mas comunes que tenemos son cianuro de sodio, sulfato de zinc, sulfito de sodio, bisulfito de sodio, dicromato, etc.

#### **c) Modificadores de pH**

Los reguladores de pH son sustancias que producen los iones H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup> de acuerdo a la concentración se modifica el pH a ácido y básico (Azañero A. , 2015). Los reactivos para modificar tenemos el ácido sulfúrico, óxido de calcio, carbonato de sodio, hidróxido de sodio, etc.

### 2.3. Definiciones conceptuales.

- ✓ **Calidad:** Es la concentración de los componentes mineralógico en el mineral o en los concentrados.
- ✓ **Cabeza de un mineral:** Es el mineral proveniente de la mina que ingresa a la planta concentradora.
- ✓ **Celda de flotación:** Son reactores donde se realiza la separación de los componentes mineralógica de interés de los minerales por la flotación donde interviene el agua, mineral y el aire, una agitación mecánica o neumática.
- ✓ **Cleaner:** Es la tercera etapa de la flotación de minerales donde se realiza la limpieza para elevar la calidad del concentrado.
- ✓ **Concentrado:** Es el resultado de la flotación de mineral que se ha elevado la calidad de un mineral o conjunto de minerales de interés que tienen un elemento en común.
- ✓ **Concentradora:** Está constituido por un conjunto de equipos, que permite concentrar los minerales aprovechando sus propiedades como densidad, hidrofobicidad, etc.
- ✓ **Dosificación:** Es el mecanismo de agregar los insumos en un proceso de flotación puede ser en forme sólida, líquida o en una mezcla.
- ✓ **Flowsheet:** Se denomina a un diagrama de flujo de un determinado proceso, que está representado mediante una representación de bloque o dibujo de equipos y su interrelación.
- ✓ **Galena:** Se le denomina al sulfuro de Plomo, que tiene una cristalización en forma de cubos.
- ✓ **Humedad.** Es la presencia del agua en los minerales, concentrado y relave representado en porcentaje en masa.

- ✓ **Ley.** Es la presencia de un elemento metálico en un determinado mineral expresado en porcentaje para los polimetálicos y gramos por tonelada o onzas por tonelada para el oro y la plata.
- ✓ **Mineral.** Está constituido por elementos inorgánicos que se encuentran en la corteza terrestre constituido por metales, azufre, oxígeno, etc.
- ✓ **Muestra:** Es la cantidad de mineral extraída que representa a un lote o población en estudio.
- ✓ **pH:** Es la presencia del ión hidrógeno o del hidróxido que está en un rango de 0 a 14.
- ✓ **Relave:** Es el desecho producido de la concentración de un mineral es decir la parte que no tiene interés o valor económico.
- ✓ **Rougher:** Es el primer circuito que permite la flotación de los minerales proveniente de los acondicionadores o del clasificador donde se recupera la mayor cantidad de los sulfuros de interés.
- ✓ **Scavenger:** Es el circuito donde se trata de recuperar los valores que no se hayan recuperado en el circuito rougher, es decir es el relave del circuito rougher.

## **2.4. Formulación de la Hipótesis.**

### **2.4.1. Hipótesis General.**

Realizando una adecuada dosificación del reactivo tendrá efecto el depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la calidad y recuperación de la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020.

### **2.4.2. Hipótesis Específicos**

Con una liberación adecuada del mineral tendrá efecto en la concentración del zinc respecto la calidad y su recuperación.

Con un control adecuado tendrá efecto el pH en la calidad y recuperación del su desplazamiento de los minerales a los concentrados.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Diseño Metodológico**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

Representa a una investigación básica. “No tiene propósitos aplicativos inmediatos, solo busca ampliar y profundizar el conocimiento científico existente acerca de la realidad” (Carrasco, 2005, p. 42). Es una investigación básica porque se busca al nivel experimentos, conocer los efectos con fines de comprobar la precipitación de los componentes no deseados.

##### **3.1.2. Nivel de Investigación**

Para el presente estudio, el nivel de investigación es predictiva o experimental. “Se aplicará métodos y técnicas para mejorar y corregir la situación problemática, que da origen al estudio de investigación” (Carrasco, 2005, p. 42). En el trabajo se nivel experimental porque se someterá como los reductores metálicos actúan frente a la precipitación del cobre en el tiempo.

##### **3.1.3. Diseño de la investigación.**

Por realizar manipulación de las variables independientes a nivel laboratorio, el diseño es experimental. “La finalidad de observa su efecto sobre la variable dependientes” (Fernandez, 2014, p. 129). El trabajo se someterá en qué medida la precipitación del cobre se comporta frete a los reductores metálicos.

##### **3.1.4. Enfoque de la investigación.**

Representa a un estudio cuantitativo, ya que fenómenos son cuantificables o fácilmente mensurables. “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base a medición numérica y análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y

probar teoría (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, págs. 3-4). En la presente investigación se cuantificará los datos numéricos para poder establecer numéricamente la recuperación.

### **3.2. Población y Muestra**

#### **3.2.1. Población.**

Se considera la población al mineral que se encuentran en la cancha de minerales que ingresa al proceso en los lotes programadas en el tiempo de estudio.

#### **3.2.2. Muestra.**

La muestra para las pruebas experimentales de investigación se extraerá de la cancha de minera minerales de aproximadamente 150 kg aproximadamente, luego esto se tritura y clasifica con la malla 10 los pasantes se cuarteas y se sacan de aproximadamente 1 kg para cada prueba.

### 3.3. Operacionalización de las Variables e indicadores.

Para la operación de las variables sobre el estudio de la “Efecto del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC - 2020” se describe en la tabla 1.

*Tabla 1*

*Operacionalización de las variables de estudio.*

<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>
<b>Independiente</b>			
Efecto de depresor y espumante	- Acción por el cual el mineral se convierte en aeróbicos y el espumante da estabilidad a la espuma.	Medida	- Liberación - pH
<b>Dependiente</b>			
Concentración de zinc	- Es el proceso de enriquecimiento de la calidad de los minerales de zinc	Calidad	- ley - Recuperación
<b>Intervinientes.</b>			
Componentes no evaluables	- Variables que intervienen en el proceso, pero no se evalúan	Control	- Densidad de pulpa. - pH. - Agitación.

*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.**

En el trabajo sobre la “*Efecto del Depresor DQM33175 y Espumante MIBC/AP En La Concentración de Zinc en la Planta Concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC*”, las técnicas empleadas son:

##### **a. Observación sistemática Directa.**

Se emplearon esta técnica, en el momento del experimento sobre depresión de los minerales no deseados en la flotación de la investigación que se desarrollaran, con la finalidad de obtener datos del proceso y luego fueron procesado.

##### **b. Observación Sistemática Indirecta.**

Para la fundamentación de la investigación acudieron a fuentes bibliográficas, tanto de libros, tesis, revistas y otros documentos que contiene información sobre el tema de investigación. Con la finalidad de darle sustento a la investigación desarrollada.

##### **c. Observación experimental.**

Esta técnica se empleó para observar los efectos que se produjeron durante el desarrollo de las actividades en el parte experimental, para luego enriquecer e fundamentar el resultado en el análisis de los datos.

#### **3.4.2. Descripción de los instrumentos.**

Los instrumentos empleados en la “*Efecto del Depresor DQM33175 y Espumante MIBC/AP En La Concentración de Zinc en la Planta Concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC*” para la recopilación de datos se usaron ficha de observaciones, para el registro de los resultados, la lista de cotejo para registrar las observaciones encontrados, y equipos que tiene cámara, video y grabación, que se registraron en el proceso de la investigación experimental.

### **3.5. Técnicas para el procesamiento de la información.**

En el trabajo sobre evaluación del “*Efecto del Depresor DQM33175 y Espumante MIBC/AP En La Concentración de Zinc en la Planta Concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC*”, al ser cuantificable y analizable se emplearon la matemática, y la estadística, para determinar mediante tablas, registros, figuras, promedios, desviación estándar y otros. Que sirvió para la fundamentación de la investigación. Se usaron dos tipos de programas una que nos permite calcular la estadística y el Excel, por otra parte, un procesador de texto como el Word, con ellos se procesaron la información.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Análisis de Resultados.

##### 4.1.1. Componentes Mineralógica.

*Tabla 2*

*Composición mineralógica de los sulfuros mineral de Cabeza Coriac.*

Mineral	Peso (%)	Fe (%)	Cu (%)	S (%)	Pb (%)	Zn (%)
Esfalerita	20,05			6,62		13,43
Galena	4,40			0,59	3,81	
Pirita	7,60	3,54		4,06		
Chalcopirita	0,60	0,18	0,21	0,21		
Ganga	67,35					
Total	100,00	3,72	0,21	11,47	3,81	13,43

*Tabla 3*

*Composición mineralógica de la ganga Mineral de Cabeza Coriac.*

	Peso (%)	CaO (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O %
Minerales	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	%
Cuarzo	42,85				42,30		
Muscovita	11,20		1,32	4,30	5,05		
Caolinita	8,60			3,40	4,00		
Montmorillonita	2,90	0,03		0,95	1,57		0,03
Clorita	1,80			0,47	0,78	0,03	0,03
Total	67,35	0,03	1,32	9,11	53,70	0,03	0,06

De la tabla 2 y 3 se puede tener esfalerita el 20,05%, galena el 4,40%, pirita 7,60%, calcopirita 0,60% y ganga del 67,35% que está constituido de 42,85% de cuarzo, 11,20% de muscovita, 8,60% de caolinita, 2,90% montmorillonita y 1,80% de clorita.

#### 4.1.2. Ley de Cabeza.

La ley de cabeza de mineral de la mina Coriac se detalla en la tabla N° 2.

*Tabla 4  
ley de mineral de Cabeza Mina Coriac*

Mineral	Ag (g/TM)	Pb (%)	Zn (%)	Au (g/TM)
Cabeza	0,2	0,4928	32,04	0,013

De la tabla 4 la ley de cabeza del mineral está constituido por 0,2 g/TM de plata, 0,013 g/TM de oro, 0,4928% de plomo y 32,04% de zinc.

#### 4.1.3. Molienda del Mineral.

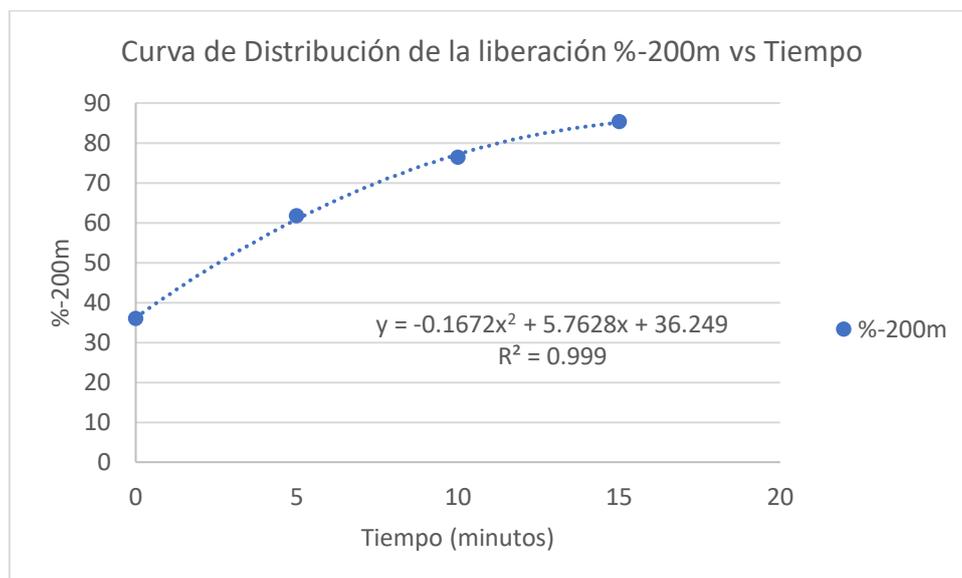
Las condiciones de molienda el mineral menor a malla 10, con una dilución de 0,6 el tiempo de trabajo o, 5, 10 y 15 minutos.

N°	Malla		Tiempo(minutos) Peso(gramos)			
		m	0	5	10	15
65		70	559,10	132,20	16,70	4,90
100		150	33,60	92,80	42,20	12,20
150		106	25,80	86,00	82,20	43,60
200		75	21,70	72,10	95,40	85,90
-200			359,80	616,90	763,50	853,40
			1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

*Tabla 5*  
*Distribución de Pasante a la malla 200m*

Malla		Tiempo(minutos) Peso(gramos)			
N°	μ	0	5	10	15
65	70	44,09	86,78	98,33	99,51
100	150	40,73	77,50	94,11	98,29
150	106	38,15	68,90	85,89	93,93
200	75	35,98	61,69	76,35	85,34
-200		0,00	0,00	0,00	0,00

De la tabla 5 el tamaño de mineral pasante a la malla 200 a 0 minutos es de 35,98%, en 5 minutos es de 61,69%, 10 minutos es de 76,35% y para 15 minutos es de 85,34%.



*Figura 1* Curva de liberación de minerales en función del tiempo

De la figura 1 la ecuación que representa la liberación del mineral a ser sometido en el tiempo está representado por  $(\% - 200m) = -0,1672x^2 + 5,7628x + 36,249$ , para  $R^2 = 0,999$  (coeficiente de correlación  $r=0,9994$ ).

*Tabla 6*  
*Proyección de la liberación de mineral*

Tiempo (minutos)	%-200m
3,00	52,03
4,50	58,80
6,00	64,81
7,50	70,07
9,00	74,57
10,50	78,32
12,00	81,33
13,50	83,57
15,00	85,07
16,50	85,82
18,00	85,81
19,50	85,05
21,00	83,53

De la tabla 6 la liberación máxima para las condiciones es de 85,82% en un tiempo de 16,5 minutos luego no tendría razón mantener.

#### 4.1.4. Condiciones de pruebas de flotación.

Tabla 7

Primera prueba de flotación

Molienda			Flotación Pb			Flotación Zn		
Mineral =	1000	g	Acondicionamiento	Minutos	pH	Acondicionamiento	Minutos	pH
Malla =	<10	m		5	8,0		10	11,0
Tiempo =	3,37	min	Reactivos			Kg/TM	Reactivos	Kg/TM
Agua =	600	cc					Cal	2,500
pH =	8						CuSO <sub>4</sub>	1,000
Reactivos		Kg/TM	DQM33175			0,100	XZ-6	0,100
			XZ-11			0,010	MIBC/Ap	0,008
			MIBC			0,010		
Cal	0,500		Flotación Rougher	Minutos	pH	Flotación Rougher	Minutos	pH
DQM33175	0,200			5			10	12,0
A-31	0,007		Sin reactivos			Sin Reactivos		
			1ª limpieza	Minutos	pH	1ª limpieza	Minutos	pH
				5	8,0		5	12,0
						Cal		1,800
						DQM33175		0,020
			Flotación Scavenger	Minutos	pH	Flot. Scavenger	Minutos	pH
							5	12,0
						Cal		1,300
% -200m =	55,00					CuSO <sub>4</sub>		0,200
% + 65m =						MIBC/Ap		0,008

Tabla 8  
Segunda prueba de flotación

Molienda			Flotación Pb				Flotación Zn			
Mineral =	1000	g	Acondicionamiento		Minutos	pH	Acondicionamiento		Minutos	pH
Malla =	<10	m			5	8,0			10	11,0
Tiempo =	3,37	min	Reactivos				Kg/TM	Reactivos	Kg/TM	
Agua =	600	cc						Cal	2,500	
pH =	8							CuSO <sub>4</sub>	1,000	
Reactivos		Kg/TM	DQM33175					XZ-6	0,100	
			XZ-11					MIBC/Ap	0,008	
			MIBC							
Cal	0,500		Flotación Rougher		Minutos	pH	Flotación Rougher		Minutos	pH
DQM33175	0,200				5				10	12,0
A-31	0,007		Sin reactivos				Sin Reactivos			
A-208	0,010		1ª limpieza		Minutos	pH	1ª limpieza		Minutos	pH
					5	8,0			5	12,0
								Cal	1,800	
								DQM33175	0,020	
							Flot. Scavenger		Minutos	pH
			Flotación Scavenger		Minutos	pH			5	12,0
									Cal	1,300
% -200m =	55,00								CuSO <sub>4</sub>	0,200
% + 65m =									MIBC/Ap	0,008

Tabla 9  
Tercera prueba de flotación

Molienda		Flotación Pb				Flotación Zn			
Mineral	= 1000 g	Acondicionamiento		Minutos	pH	Acondicionamiento		Minutos	pH
Malla	= <10 m			5	8,0			10	11,0
Tiempo	= 3,37 min	Reactivos				Kg/TM	Reactivos		Kg/TM
Agua	= 600 cc								
pH	= 8								
Reactivos	Kg/TM	DQM33175					Cal		2,500
		XZ-11					CuSO <sub>4</sub>		1,000
		MIBC					XZ-6		0,100
							MIBC/AP		0,008
Cal	0,500	Flotación Rougher		Minutos	pH	Flotación Rougher		Minutos	pH
DQM33175	0,200			5	8,0			10	12,0
A-31	0,007	Sin reactivos				Sin Reactivos			
		1ª limpieza		Minutos	pH	1ª limpieza		Minutos	pH
				5	8,0			5	12,0
		Cal					Cal		1,800
		DQM33175							
		Flotación Scavenger		Minutos	pH	Flot. Scavenger		Minutos	pH
								5	12,0
							Cal		1,300
% -200m	= 65,00						CuSO <sub>4</sub>		0,200
% + 65m	=						MIBC/AP		0,008

La relación MIMC/AP=1/1. El reactivo DQM33175 su composición es la siguiente: Dextrina 25%, Quebracho 25%, NaCN 25%, ZnO 25%.

#### 4.1.5. Resultados de las pruebas de flotación.

Tabla 10

Balance metalúrgico de la AC-EI

PRODUCTO	PESO grs.	PESO (%)	LEYES (%), Ag y Au(oz/TC)							RECUPERACIONES (%)						REL. CONCEN.		
			Pb	Cu	Zn	As	Sb	Ag	Au	Pb	Cu	Zn	As	Sb	Ag		Au	
Concentrado. Pb	5,10	0,51	4,00		45,68			14,50	0,100	4,25		0,73			11,06	0,17	195,49	
Medio Pb	19,90	2,00	0,65		39,73			1,40	14,820	2,68		2,47			4,17	96,64	50,10	
Concentrado Zn	227,30	22,80	0,22		58,37			0,50	0,005	10,39		41,44			16,99	0,37	4,39	
Medio Zn	64,80	6,50	0,49		31,65			0,70	0,035	6,62		6,41			6,78	0,74	15,39	
Conc. Scv. Zn	154,60	15,51	0,44		40,69			0,60	0,024	14,31		19,65			13,87	1,22	6,45	
Relave General	525,30	52,69	0,56		17,86			0,60	0,005	61,75		29,30			47,13	0,86	1,90	
Concent.Rougher Pb	25,00	2,51	1,33		40,94			4,07	1,185	6,92		3,20			15,22	96,81	39,88	
Concent.Rougher Zn	292,10	29,30	0,28		52,44			0,54	0,001	17,01		47,85			23,78	1,12	3,41	
			Balance Circuito continuo															
Conc. Pb	0,52	0,52	4,04		46,31			14,89	2,89	4,36		0,75			11,54	4,91	192,31	
Conc. Zn	24,26	24,26	0,21		58,17			0,45	0,00	10,64		43,95			16,13	0,36	4,12	
Relave General	75,22	75,22	0,54		23,61			0,65	0,39	85,00		55,31			72,33	94,87	1,33	
<b>TOTAL</b>	<b>997,00</b>	<b>100,00</b>	<b>CABEZAS CALCULADAS</b>							<b>100,00</b>		<b>100,00</b>			<b>100,00</b>	<b>100,00</b>		
Cabeza Calculada			0,48		32,11			0,67	0,306									
Cabeza Ensayada		AC-00	0,50		32,04			0,20	0,013									

De la tabla 10 la calidad de concentrado de zinc que se obtiene es de 58,37% con 0,22% de plomo, con una recuperación del 41,44% de zinc una ratio de concentración de 4, 39.

Tabla 11  
Balance metalúrgico de la AC-E2

PRODUCTO	PESO grs.	PESO (%)	LEYES (%), Ag y Au(oz/TC)							RECUPERACIONES (%)							REL. CONCEN.	
			Pb	Cu	Zn	As	Sb	Ag	Au	Pb	Cu	Zn	As	Sb	Ag	Au		
Concentrado. Pb	9,50	0,95	2,42		39,10			5,80	0,057	4,85		1,16			16,52	7,88	105,05	
Medio Pb	24,10	2,41	0,62		35,01			0,40	0,010	3,16		2,63			2,89	3,51	41,41	
Concentrado Zn	241,60	24,21	0,23		56,41			0,40	0,007	11,96		42,55			28,98	24,62	4,13	
Medio Zn	53,20	5,33	0,49		27,46			0,50	0,011	5,55		4,56			7,98	8,52	18,76	
Conc. Scv. Zn	28,90	2,90	0,55		26,19			0,60	0,021	3,38		2,36			5,20	8,83	34,53	
Relave General	640,70	64,20	0,53		23,36			0,20	0,005	71,09		46,73			38,43	46,64	1,56	
Concent.Rougher Pb	33,60	3,37	1,13		36,17			1,93	3,369	8,02		3,79			19,41	11,39	29,70	
Concent.Rougher Zn	294,80	29,54	0,28		51,19			0,42	39,356	17,52		47,11			36,96	33,14	3,39	
			Balance Circuito continuo															
Conc. Pb	0,98	0,98	2,43		38,97			5,80	0,060	5,01		1,19			17,01	8,17	102,04	
Conc. Zn	25,32	25,32	0,23		55,83			0,34	0,010	12,03		44,05			26,14	24,72	3,95	
Relave General	73,70	73,70	0,53		23,85			0,26	0,010	82,94		54,76			56,86	67,12	1,36	
<b>TOTAL</b>	<b>998,00</b>	<b>100,00</b>	<b>CABEZAS CALCULADAS</b>							<b>100,00</b>		<b>100,00</b>			<b>100,00</b>	<b>100,00</b>		
Cabeza Calculada			0,47		32,09			0,33	0,007									
Cabeza Ensayada		AC-00	0,49		32,04			0,20	0,013									

De la tabla 11 la calidad de concentrado de zinc que se obtiene es de 56,41% con 0,23% de plomo, con una recuperación del 42,55% de zinc una ratio de concentración de 4, 13.

Tabla 12  
Balance metalúrgico de la AC-E3

PRODUCTO	PESO grs.	PESO (%)	LEYES (%), Ag y Au(oz/TC)							RECUPERACIONES (%)						REL. CONCEN.		
			Pb	Cu	Zn	As	Sb	Ag	Au	Pb	Cu	Zn	As	Sb	Ag		Au	
Concentrado. Pb	4,80	0,48	1,85		42,69			4,00	0,164	1,84		0,64			3,92	5,78	207,98	
Medio Pb	43,30	4,34	1,16		36,13			1,10	0,033	10,36		4,89			9,73	10,50	23,06	
Concentrado Zn	208,00	20,84	0,20		59,37			0,20	0,005	8,45		38,56			8,50	7,64	4,80	
Medio Zn	97,10	9,73	0,38		38,75			0,50	0,065	7,68		11,75			9,92	46,38	10,28	
Conc. Scv. Zn	136,10	13,63	0,42		44,26			0,20	0,011	11,81		18,81			5,56	11,00	7,34	
Relave General	509,00	50,99	0,57		15,95			0,60	0,005	59,86		25,35			62,38	18,70	1,96	
Concent.Rougher Pb	48,10	4,82	1,23		36,78			1,39	0,181	12,19		5,53			13,65	16,28	20,75	
Concent.Rougher Zn	305,10	30,56	0,26		52,81			0,30	2,874	16,14		50,31			18,41	54,02	3,27	
			Balance Circuito continuo															
Conc. Pb	0,50	0,50	1,99		42,98			4,26	0,180	2,05		0,67			4,34	6,46	200,00	
Conc. Zn	22,96	22,96	0,19		60,63			0,19	0,010	8,97		43,40			9,02	13,33	4,36	
Relave General	76,54	76,54	0,56		23,44			0,56	0,010	88,97		55,93			86,63	80,21	1,31	
<b>TOTAL</b>	<b>998,30</b>	<b>100,00</b>	<b>CABEZAS CALCULADAS</b>									<b>100,00</b>			<b>100,00</b>	<b>100,00</b>		
Cabeza Calculada			0,49		32,08			0,49	0,014									
Cabeza Ensayada		AC-00	0,49		32,04			0,20	0,013									

De la tabla 12 la calidad de concentrado de zinc que se obtiene es de 59,37% con 0,20% de plomo, con una recuperación del 46,38% de zinc una ratio de concentración de 4, 80.

Tabla 13  
Resumen de las 3 pruebas

Prueba	<200m (%)	Reactivo M1 (g/TM)	XZ-11 (g/TM)	pH	PRODUCTO	LEYES (%), Ag (g/TM)			RECUPERACIONES (%)			REL. CONC.
						Pb	Zn	Ag	Pb	Zn	Ag	
		200	40	8,1	Conc. Pb	4,04	46,31	14,89	4,36	0,75	11,54	192,31
AC-E1	56		100	12	Conc. Zn	0,21	58,17	0,45	10,64	43,95	16,13	4,12
(x)					Relav.	0,54	23,61	0,65	85,00	55,31	72,33	1,33
					Cab. Calc.	0,48	32,11	0,67	100,00	100,00	100,00	
		200	40	8,6	Conc. Pb	2,43	38,97	5,80	5,01	1,19	17,01	102,04
IM-E2	55		100	12	Conc. Zn	0,23	55,83	0,34	12,03	44,05	26,14	3,95
(x)					Relav.	0,53	23,85	0,26	82,94	54,76	56,86	1,36
					Cab. Calc.	0,47	32,09	0,33	100,00	100,00	100,00	
		200	40	8,6	Conc. Pb	1,99	42,98	4,26	2,05	0,67	4,34	200,00
IM-E2	65		100	12	Conc. Zn	0,19	60,63	0,19	8,97	43,40	9,02	4,36
(x)					Relav.	0,00	23,44	0,56	88,97	55,93	86,63	1,31
					Cab. Calc.	0,49	32,08	0,49	100,00	100,00	100,00	

(x) Se adiciono A-31 (10g/TM) en la molienda.

**M1** Es el reactivo DQM33175 y se adiciono en la Molienda 120g/TM, en la flotación Rougher Pb 40 g/TM y en la limpieza Pb 40g/TM.

**IM-E1** En el circuito Zn se hizo uso del espumante MIBC.

**IM-E1 y IM-E2** En el circuito zinc se hizo uso del espumante aceite de pino.

## 4.2. Contratación de Hipótesis.

### 4.2.1. Contratación de Hipótesis General.

H1: Realizando una adecuada dosificación del reactivo tendrá efecto el depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la calidad y recuperación de la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020.

H0: Realizando una adecuada dosificación del reactivo no tendrá efecto el depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la calidad y recuperación de la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020.

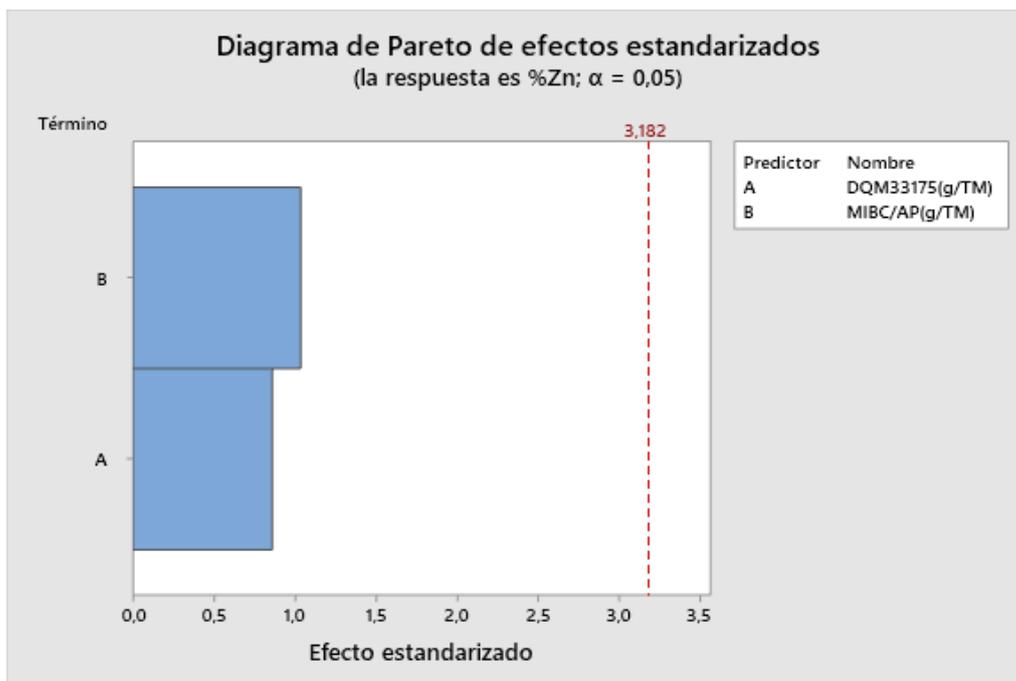
*Tabla 14*

*Coefficientes de calidad del zinc en función de. depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP*

<b>Término</b>	<b>Coef</b>	<b>EE del coef.</b>	<b>Valor T</b>	<b>Valor p FIV</b>
Constante	89	105	0,85	0,457
DQM33175(g/TM)	0,222	0,258	0,86	0,453 1,17
MIBC/AP(g/TM)	-0,952	0,918	-1,04	0,376 1,17

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
1,77124	49,49%	15,81%	0,00%

De la tabla 14 y figura 2 el depresor DQM33175(g/TM) no tiene efecto en la en la calidad del zinc el valor T es de 0,86 o el valor de p calculado es 0,453 es mayor a 0,05, para el MIBC/AP(g/TM) el valor T es de -1,04 o el valor de p calculado es 0,376 es mayor a 0,05y la barra A y B de diagrama de Pareto es inferior a la línea que tiene valor 3,182 para el depresor y el espumante y una desviación estándar de 1,177124.



*Figura 2 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la calidad del zinc en función de depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP*

*Tabla 15*

*Coefficientes de la recuperación del zinc en función del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP*

<b>Término</b>	<b>Coef</b>	<b>EE del coef.</b>	<b>Valor T</b>	<b>Valor p</b>	<b>FIV</b>
Constante	21,0	10,7	1,96	0,145	
DQM33175(g/TM)	-0,0296	0,0263	-1,12	0,343	1,17
MIBC/AP(g/TM)	0,3600	0,0937	3,84	0,031	1,17

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
0,180807	88,34%	80,57%	36,12%

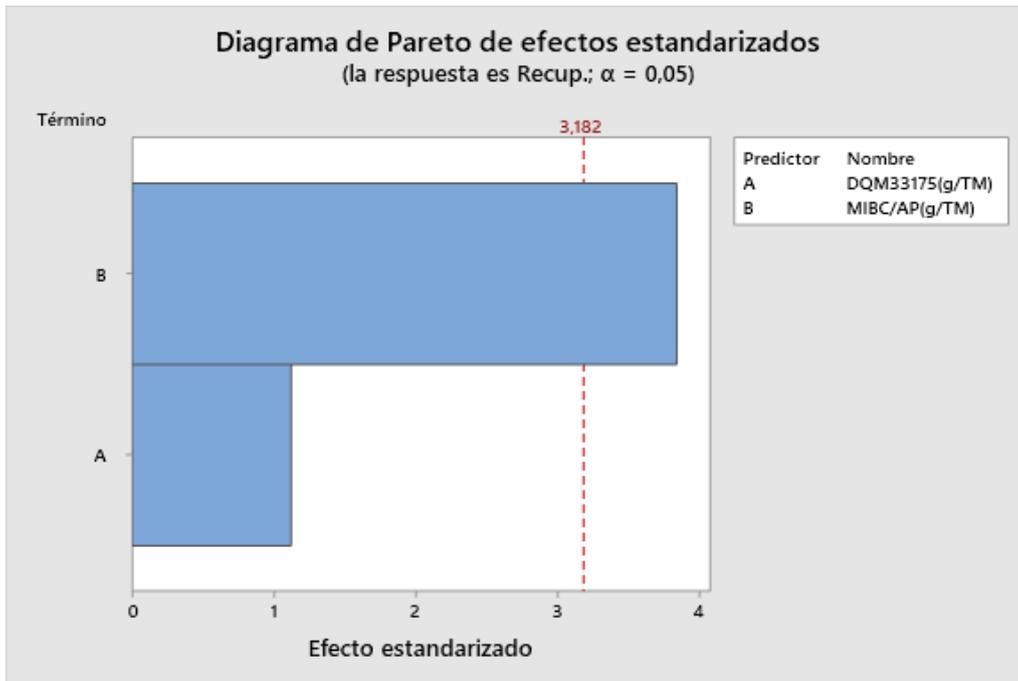


Figura 3 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la recuperación del zinc en función de depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP.

De la tabla 15 y figura 3 el depresor DQM33175(g/TM) no tiene efecto en la en la recuperación del zinc el valor T es de -1,12 o el valor de p calculado es 0,343 es mayor a 0,05, para el MIBC/AP(g/TM) tiene efecto en la recuperación, el valor T es de 3,84 o el valor de p calculado es 0,031 es menor a 0,05 y la barra A de diagrama de Pareto es inferior a la línea que tiene valor 3,182 para el depresor y para B la barra es supera a la línea de 3,182 para el espumante y una desviación estándar de 0,18087.

Tabla 16  
Coeficientes de la presencia de plomo en el concentrado de zinc

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	-3,1571	0,0132	-239,00	0,003	
%-200m	-0,013202	0,000037	-360,00	0,002	6,61
DQM33175(g/TM)	0,010349	0,000035	298,80	0,002	4,22
MIBC/AP(g/TM)	0,011284	0,000095	118,37	0,005	2,53



#### 4.2.2. Contrastación de Hipótesis Específico.

a) H1: Con una liberación adecuada del mineral tendrá efecto en la concentración del zinc respecto la calidad y su recuperación.

H0: Con una liberación adecuada del mineral no tendrá efecto en la concentración del zinc respecto la calidad y su recuperación.

Tabla 17

*Coefficientes de calidad del zinc en función de la liberación del mineral*

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	34,82	8,40	4,15	0,014	
%-200m	0,393	0,147	2,68	0,055	1,00

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,29196	64,17%	55,21%	0,00%

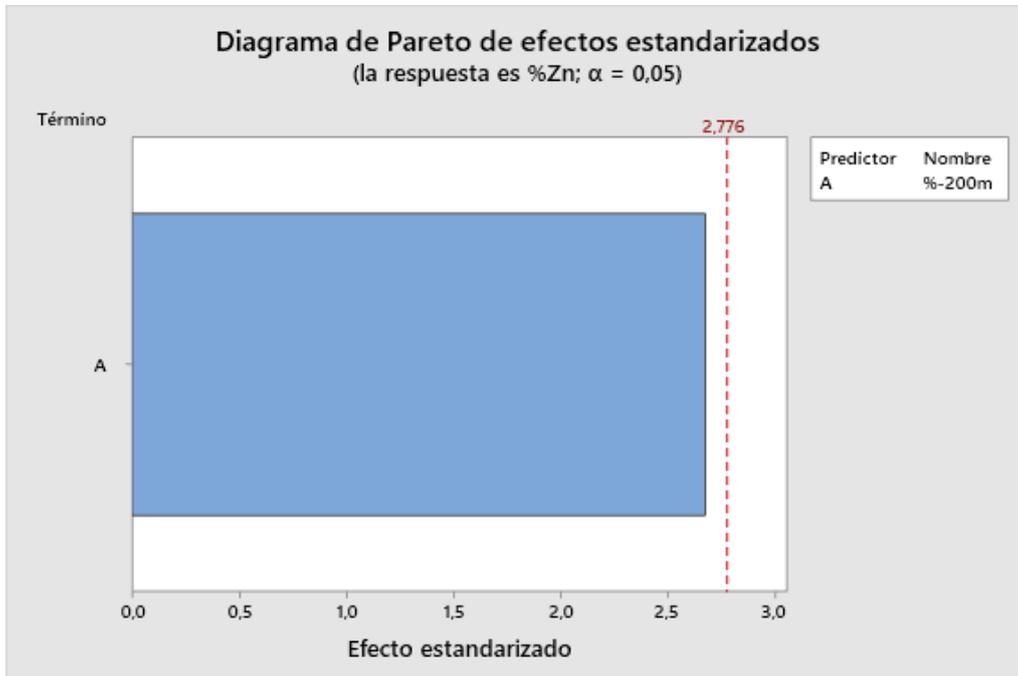


Figura 5 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la calidad del zinc vs liberación del mineral

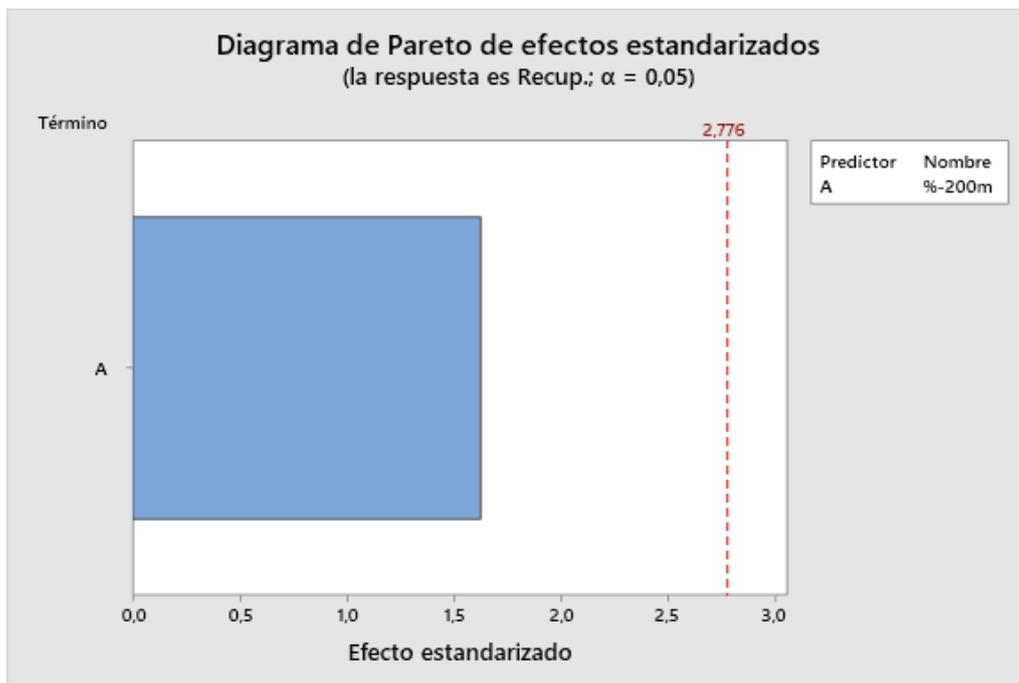
De la tabla 17 y figura 5 la liberación no tiene efecto en la en la calidad del zinc el valor T es de 2,68 o el valor de p calculado es 0,055 es mayor a 0,05 y la barra A de diagrama de Pareto

es inferior a la línea que tiene valor 2,776 para la liberación del mineral y una desviación estándar de 1,29196.

*Tabla 18*  
*Coefficientes de recuperación del zinc en función de la liberación del mineral*

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p FIV
Constante	47,70	2,31	20,62	0,000
%-200m	-0,0658	0,0405	-1,62	0,180

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,355958	39,76%	24,69%	0,00%



*Figura 6 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la recuperación del zinc vs liberación del mineral.*

De la tabla 18 y figura 6 la liberación no tiene efecto en la en la calidad del zinc el valor T es de -1,62 o el valor de p calculado es 0,180 es mayor a 0,05 y la barra A de diagrama de Pareto es inferior a la línea que tiene valor 2,776 para la liberación del mineral y una desviación estándar de 0,355958.

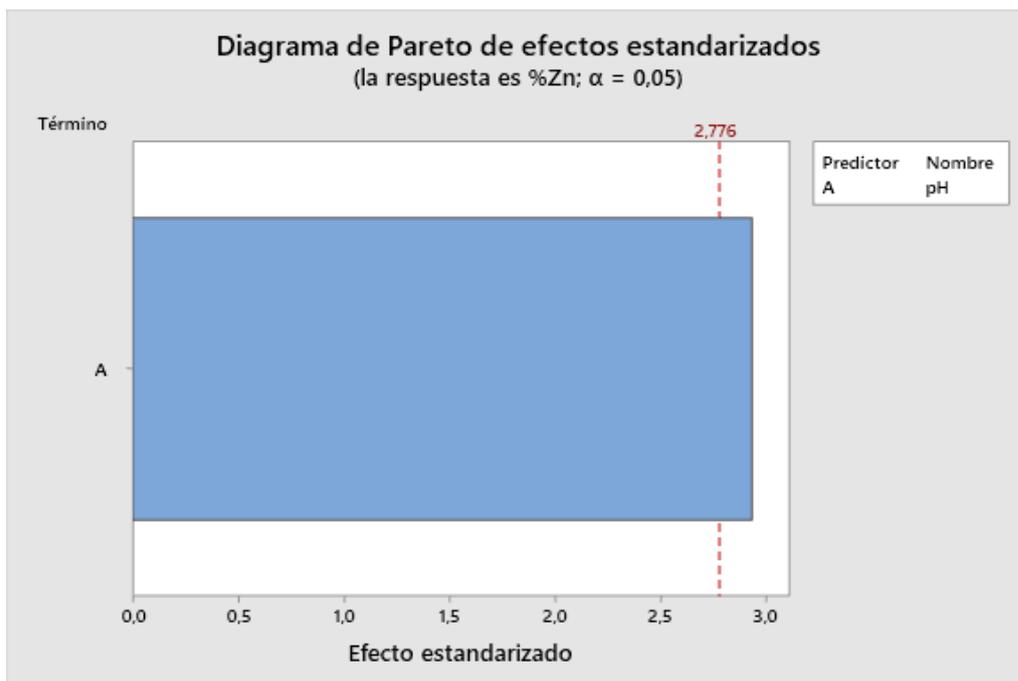
b) H1: Con un control adecuado tendrá efecto el pH en la calidad y recuperación del zinc y su desplazamiento de los minerales a los concentrados.

H0: Con un control adecuado no tendrá efecto el pH en la calidad y recuperación del zinc y su desplazamiento de los minerales a los concentrados.

*Tabla 19*  
*Coefficientes de calidad del zinc en función del pH*

<b>Término</b>	<b>Coef</b>	<b>EE del coef.</b>	<b>Valor T</b>	<b>Valor p</b>	<b>FIV</b>
Constante	-58,1	39,3	-1,48	0,213	
pH	9,81	3,35	2,93	0,043	1,00

<b>S</b>	<b>R-cuad.</b>	<b>R-cuad. (ajustado)</b>	<b>R-cuad. (pred)</b>
1,21578	68,27%	60,33%	0,00%



*Figura 7 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la calidad del zinc vs pH*

De la tabla 19 y figura 7 el pH tiene efecto en la calidad del concentrado del zinc el valor T es de 2,93 o el valor de p calculado es 0,043 es menor a 0,005 y la barra A de diagrama de Pareto es superior a la línea que tiene valor 2,776 para el pH y una desviación estándar de 1,21578.

Tabla 20  
 Coeficientes de recuperación del zinc en función del pH

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	61,9	11,8	5,23	0,006	
pH	-1,52	1,01	-1,52	0,204	1,00

S	R cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,365424	36,51%	20,64%	0,00%

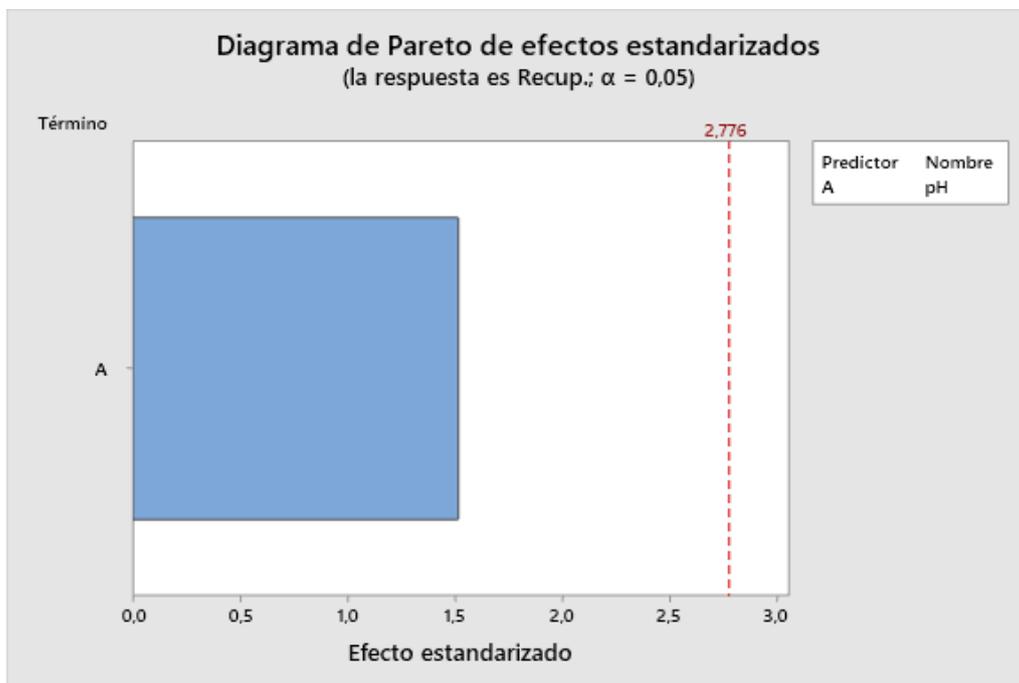


Figura 8 Diagrama de Pareto de efectos estándares para la recuperación del zinc vs pH

De la tabla 20 y figura 8 el pH no tiene efecto en la en la recuperación del zinc el valor T es de -1,52 o el valor de p calculado es 0,204 es menor a 0,05 y la barra A de diagrama de Pareto es inferior a la línea que tiene valor 2,776 para el pH y una desviación estándar de 0,365424.

## CAPITULO V

### DISCUSIONES

#### 5.1. Discusiones de Resultados.

para un mineral que tiene una mineralogía esfalerita el 20,05%, galena el 4,40%, pirita 7,60%, calcopirita 0,60% y ganga del 67,35% que está constituido de 42,85% de cuarzo, 11,20% de muscovita, 8,60% de caolinita, 2,90% montmorillonita y 1,80% de clorita. Con una ley de cabeza del mineral está constituido por 0,2 g/TM de plata, 0,013 g/TM de oro, 0,4928% de plomo y 32,04% de zinc.

Se somete a una molienda de 5, 10 y 15 minutos y en el análisis de la liberación, pasante a la malla 200 se tiene a 0 minutos es de 35,98%, en 5 minutos es de 61,69%, 10 minutos es de 76,35% y para 15 minutos es de 85,34%. Obteniendo una relación matemática pasante a (%-200m) =  $-0,1672x^2 + 5,7628x + 36,249$ , para  $R^2 = 0,999$ (coeficiente de correlación  $r=0,9994$ ). Con ello la liberación máxima es del 85,82% pasante a la malla 200 en un tiempo de 16,50 minutos como máximo.

En el proceso de flotación se emplearon cal, DQM33175, A-31, Z-11, Z-6, MIBC,  $\text{CuSO}_4$ , y MIBC/Ap. Obteniendo un concentrado en la corrida 1 un concentrado de 58,17% de plomo con 0,21% de plomo con una recuperación de 43,95% a una liberación 56% pasante a la malla 200 con un depresor DQM33175 200g/TM Z-11 100 g/TM, con A-31 10 g7TM a un pH de 12.

En la corrida 2 se tiene un concentrado de 55,83% de plomo con 0,23% de plomo con una recuperación de 44,05% a una liberación 55% pasante a la malla 200 con un depresor DQM33175 200g/TM Z-11 100 g/TM, con A-31 10 g7TM a un pH de 12 con uso del MIBC.

En la corrida 3 se tiene un concentrado de 60,63% de plomo con 0,19% de plomo con una recuperación de 43,40% a una liberación 65% pasante a la malla 200 con un depresor DQM33175 200g/TM Z-11 100 g/TM, con A-31 10 g7TM a un pH de 12 con uso del MIBC y aceite de pino.

El depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP no tiene efecto en la calidad del zinc en el concentrado del zinc ya que p calculado es 0,453 y 0,376 mayor que el 0,05; con una desviación 1,77124. Mientras que, en la recuperación del zinc, el depresor DQM33175 no tiene efecto el valor de p calculada es de 0,343 que es mayor que 0,05 y espumante MIBC/AP tiene efecto ya que el valor p calculado es 0,031 menor que 0,05; con una desviación de 0,18087.

En la activación del plomo en el concentrado de zinc si tienes efecto %-200m, DQM33175, MIBC/AP y pH, ya que el valor de p calculado es 0,002; 0,002; 0,005 y 0,004 que son menores a 0,05. Con una desviación de 0,0001254.

La calidad del concentrado en relación a la liberación no tiene efecto ya que el valor p calculado es 0,055 que es mayor a 0,05 con una desviación estándar de 1,29196. Mientras que la recuperación en relación a la liberación no tiene efecto ya que el valor calculado de p es 1,180 mayor a 0,05 con una desviación estándar de 0,355958.

El pH en la calidad de zinc en el concentrado de zinc tiene efecto significativo ya que el valor de p calculado es 0,043 menor a 0,05 con una desviación estándar de 1,21578. Mientras que pH en la recuperación del zinc no tiene efecto significativo ya que el valor p calculado es 0,204 mayor al valor 0,05.

Por otra parte, para Navidi Kashani & Rashchi (2008) el  $\text{Na}_2\text{S}$  y la adición de hexametáfosfato de sodio mejor la calidad y la recuperación del zinc oxidado. Dong-sheng, Chen, Xiang, Yu, & Potgieter (2018) el uso del hidrociclón para dispersar los lodos y la eliminación del hierro magnético se tiene una calidad y recuperación del zinc. Para Azañero, y otros (2002) para la flotación de la cerusita es necesario una sulfurización para flotar un concentrado comercial y tener una recuperación adecuada. Vélchez (2011) para minerales que estén amarrados es necesario realizar una remolienda para aumentar la recuperación y disminuir el zinc en el relave.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones.

Para el trabajo “Efecto del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la concentración de zinc en la planta concentradora consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020”, se tiene las siguientes conclusiones:

La calidad del concentrado obtenida esta entre 55,83% a 60,63% con una recuperación entre 43,40% a 44,05% para el zinc con un desplazamiento del plomo en un rango de 0,19% a 0,23% para una liberación entre 55% a 65% pasante malla 200.

En la calidad del concentrado de zinc del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP no tiene efecto, ya que los valores de p calculado son de 0,453 y 0,376 mayores a 0,05, mientras que para la recuperación el depresor DQM33175 no tiene efecto ya que el valor p calculado es de 0,343 mayor a 0,05 y espumante MIBC/AP tiene un efecto en la recuperación al tener p calculado de 0,031 menor a 0,05. La activación del plomo en el concentrado de zinc si tiene efecto el %-200m, DQM33175(g/TM), MIBC/AP(g/TM) y el pH el valor de p calculado es de orden 0,002; 0,002; 0,005 y 0,004 que son menores a 0,05.

Mientras que la liberación %-200m no tiene efecto en la calidad del concentrado ya que el valor p calculado es 0,055 es mayor a 0,05. Por otra parte, la liberación %-200m no tiene efecto en la recuperación del zinc ya que el valor p calculado es 0,18 es mayor a 0,05.

El pH en relación de calidad del zinc en el concentrado de zinc y la recuperación, para la calidad del zinc tiene efecto ya que el valor calculado de p 0,043 es menor a 0,05 y para la recuperación del zinc no tiene efecto ya que el valor de p calculada es de orden 0,204.

## **6.2. Recomendaciones.**

En función de los resultados obtenidos sobre el “Efecto del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la concentración de zinc en la planta concentradora consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020”, se recomienda los siguientes:

Realizar un estudio sobre con otros colectores para mejorar la recuperación previo sulfurización, con un dispersante de lama.

Elevar la liberación de para mejorar la recuperación adicionando un dispersante de lamo para no interfiera en la flotación.

Evaluar el tiempo de acondicionamiento y flotación para obtener una adecuada adhesión las menas a las burbujas para tener una mejor recuperación de las partículas deseada.

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS

#### 7.1. Fuentes Bibliográficas.

Azañero, A. (2015). *Flotación y Concentración de Minerales*. Lima: Editorial Colecciones Jovic.

Azañero, S., A., N., P., F., A., L., Hernández, E., Orihuela, R., . . . Choy, S. (2002). *Flotación de minerales oxidados de plomo*. Obtenido de Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográfica: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/757/607>

Caballero, Y., & Arellan, E. (2014). *evaluación del circuito de plomo en minera HUINAC SAC 2013*. Huacho.

Cegarra, E. (15 de 02 de 2018). *Perú tiene la reserva más grande de plata en el mundo, según USGS*. Obtenido de Perú.com: <https://peru.com/actualidad/economia-y-finanzas/peru-tiene-reserva-mas-grande-plata-mundo-segun-usgs-noticia-554209>

Chia, J. (1989). *Operaciones Unitarias en Procesamiento de Minerales*. Lima.

Ciribeni, V., Sarquís, P., & González, M. (2002). *efecto depresor de reactivos orgánicos naturales en la flotación de sulfuros*. Recuperado el 25 de 5 de 2017, de [http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/chile/Indice\\_Archivos/Download/A62.pdf](http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/chile/Indice_Archivos/Download/A62.pdf)

- Dong-sheng, H., Chen, Y., Xiang, P., Yu, Z.-j., & Potgieter, J. (2018). *Study on the pre-treatment of oxidized zinc ore prior to flotation*. Obtenido de Springer: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12613-018-1554-2>
- Ejtemaei, M., Gharabaghi, M., & Irannajad, M. (2013). *A review of zinc oxide mineral beneficiation using flotation method*. doi:DOI: 10.1016/j.cis.2013.02.003
- Fernandez D. Narvaez W. (2015). *optimización en la flotación para aumentar la recuperación de plomo- plata en la unidad minera uchucchacua*. Obtenido de Repositorio digital universitario: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe>
- Guerrero, M. (2011). *Cinética flotación en procesos metalúrgicos de remolienda de mixtos*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta Ed. ed.). México D.F.: McGRAW-HILL.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: McGRAW-HILL.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (1991). *Metodología de la investigación*. Mexico: MCGRAW HLL.
- kelly, R., & Spottiswood, D. (1990). *Introducción al procesamiento de los minerales*. Mexico D.F: Editorial LIMUSA S.A.
- Khaleghi, B., Noaparast, M., Shafaei, S., Bayat, S, Aghazadeh, S., & Amini, A. (2017). *Flotation study of oxide zinc ore using cationic-anionic mixed collectors*. Obtenido de Springer Link: <https://link.springer.com/article/10.3103/S1067821216070117>
- Londoño, J., Majica, J., Molano, J., Cañon, Y., Stella, G., Ruiz, V., . . . Jairo, J. (2010). *Técnicas mineralógicas, químicas y metalúrgicas*. Bogota: Imprenta nacional de colombia.

Muñoz, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. CD México: Pearson educación.

Navidi Kashani, A., & Rashchi, R. (2008). *Separation of oxidized zinc minerals from tailings: Influence of flotation reagents*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.mineng.2008.04.014>

Reguera, A. (2008). *Metodología de la investigación lingüística: prácticas de escritura*. Cordoba: Editorial brujas. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=cZxjCzwBYiUC&pg=PA45&dq=nivel+de+investigacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi7jsX\\_jabfAhXLs1kKHVGwCswQ6AEIKDAA#v=onepage&q=nivel%20de%20investigacion&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=cZxjCzwBYiUC&pg=PA45&dq=nivel+de+investigacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi7jsX_jabfAhXLs1kKHVGwCswQ6AEIKDAA#v=onepage&q=nivel%20de%20investigacion&f=false)

Venancio, A. (1999). *Introducción a la Flotación de Minerales*. Lima.

Vílchez, D. (2011). *Remolienda de mixtos de Zinc*.

Wills, B. (1987). *Tecnología de procesamiento de minerales. Tratamiento de minas*. México D.F: Limusa.

Wills, B., & Finch, J. (2016). *Mineral Processing Technology*. Amsterdam: Elsevier Ltd.

# **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz Consistencia General

Titulo		Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Indicadores
		P. Generales	O. General	H. General	Independiente	
EFEECTO DEL DEPRESOR DQM33175 Y ESPUMANTE MIBC/AP EN LA CONCENTRACIÓN DE ZINC EN LA PLANTA CONCENTRADORA CONSORCIO AGROMINERO SAN HILARIÓN SAC - 2020		En qué medida influirá el efecto del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020	Analizar el efecto del depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020.	Realizando una adecuada dosificación del reactivo tendrá efecto el depresor DQM33175 y espumante MIBC/AP en la calidad y recuperación de la concentración de zinc en la planta concentradora Consorcio Agrominero San Hilarión SAC – 2020minera Paragsha.	Efecto de depresor y espumante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liberación</li> <li>• pH</li> </ul>

Anexo 2: Matriz Consistencia Específico

Titulo	Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente	Indicadores
“ EFECTO DEL DEPRESOR DQM33175 Y ESPUMANTE MIBC/AP EN LA CONCENTRACIÓN DE ZINC EN LA PLANTA CONCENTRADORA CONSORCIO AGROMINERO SAN HILARIÓN SAC - 2020”	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Tendrá algún efecto la liberación del mineral en la concentración del plomo y zinc respecto la calidad y su recuperación?</li> <li>- ¿En qué medida el efecto del pH influirá en la calidad y recuperación del plomo, zinc y su desplazamiento de los minerales a los concentrados?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar el efecto de la liberación del mineral en la concentración del plomo y zinc respecto la calidad y su recuperación.</li> <li>- Analizar el efecto del pH en la calidad y recuperación del plomo, zinc y su desplazamiento de los minerales a los concentrados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con una liberación adecuada del mineral tendrá efecto en la concentración del plomo y zinc respecto la calidad y su recuperación.</li> <li>- Con un control adecuado tendrá efecto el pH en la calidad y recuperación del plomo, zinc y su desplazamiento de los minerales a los concentrados.</li> </ul>	Concentración de zinc	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperación.</li> <li>- Ley</li> </ul>

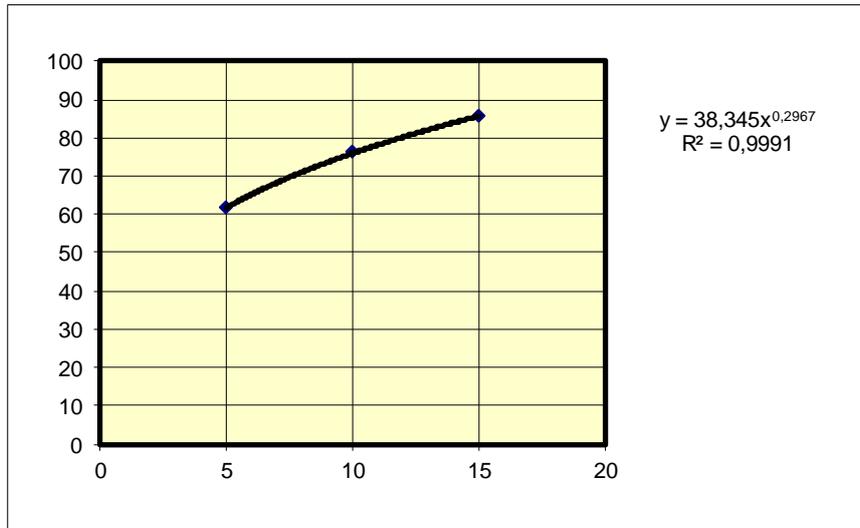
## 02 INSTRUMENTOS PARA LA TOMA DE DATOS

### Anexo 3: Pruebas de molienda

RESULTADOS DE PRUEBAS DE MOLIENDA DE MINERAL DE LA MINA CORIAC DE PROPIEDAD DE SIERRA POLI SAC				
<b>CONDICIONES DE MOLIENDA</b>				
Peso de mineral (grs) :		1000(<10m)		
Dilución (L/S) :		0,6		
Tiempo (min) :		Variable		
<b>RESULTADOS</b>				
MALLAS	PESO PARCIAL (%)			
	0	5	10	15
-10 + 65	55,91	13,22	1,67	0,49
-65 + 100	3,36	9,28	4,22	1,22
-100 + 150	2,58	8,60	8,22	4,36
-150 + 200	2,17	7,21	9,54	8,59
-200	35,98	61,69	76,35	85,34

Tiempo (')	% <70	% < 100	% <150	%<200m.
0	44,09	40,73	38,15	35,98
5	86,78	77,5	68,9	61,69
10	98,33	94,11	85,89	76,35
15	99,51	98,29	93,93	85,34

Anexo 4 Proyección de molienda



%<200M	=	38,345	(t)	0,2967
--------	---	--------	-----	--------

% < 200m.	Tiempo	Tiempo	<200m
55	3,37	3m,21s	53
65	5,92	5m,55s	65
75	9,59	9m,35s	80
85	14,63	14m,38s	76

