Universidad Nacional

"José Faustino Sánchez Carrión"

"Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica"

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

"TRATAMIENTO DE MINERALES METAMÓRFICAS PARA LA FLOTACIÓN DE MENAS AURÍFEROS A NIVEL EXPERIMENTAL EN LA PLANTA GEZA MINERALES ASIS - 2019"

"TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO METALURGICO"

Autor:

KREMLIN HENRRY ESTRADA PARDO

JUAN JOSE TORRES COCA

Asesor:

Ing. ABARCA RODRÍGUEZ, Joaquín José.

C.I.P. Nº 108833

JOAQUIN JOSE
ABARCA RODRIGUEZ
INGENIERO METALURGICO
Reg CIP Nº 108833

Huacho - Perú

2020

“TRATAMIENTO DE MINERALES METAMÓRFICAS PARA LA FLOTACIÓN DE MENAS AURÍFEROS A NIVEL EXPERIMENTAL EN LA PLANTA GEZA MINERALES ASIS - 2019”

Dr. Berardo Beder Ruiz Sánchez
Presidente

M(o). Juan Manuel Ipanaque Roña
Secretario

M(o). Cayo Eduardo Guerra Lazo
Vocal

M(o). Abarca Rodríguez, Joaquín José
Asesor

DEDICATORIA

Se lo dedico a mis padres por darme la vida y guiarme en toda la etapa de mi formación hasta ser un profesional de la vida.

Agradezco a Dios por guiarme en la senda del camino, guiándome y ayudándome para que sea tan pesada el andar de la vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco al creador del cielo y de la tierra, por permitirme vivir y darme salud para seguir disfrutando de la vida. También agradezco a las personas que me guiaron de una otra manera en las aulas universitarias y saber comprendernos.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA iii

AGRADECIMIENTO iv

INDICE GENERAL v

ÍNDICE DE FIGURA viii

ÍNDICE DE TABLA ix

ÍNDICE DE ANEXO x

RESUMEN xi

ABSTRACT xii

INTRODUCCIÓN xiii

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1 Descripción de la realidad problemática 1

1.2 Formulación del problema 1

1.2.1 Problema general 1

1.2.2 Problemas específicos 1

1.3 Objetivos de la Investigación 2

1.3.1 Objetivo general 2

1.3.2 Objetivo especifico 2

1.4 Justificación de la investigación 2

1.4.1 Justificación Práctica 2

1.4.2 Justificación Metodológica. 3

1.4.3 Justificación Técnica 3

1.4.4 Justificación Social. 3

1.4.5 Justificación Económica. 3

1.5 Delimitación del estudio 4

1.5.1 Delimitación Territorial. 4

1.5.2 Delimitación Tiempo y Espacio..... 4

1.5.3 Delimitación de Recursos. 4

1.6 Viabilidad del estudio 5

CAPITULO II MARCO TEORICO 6

2.1. Antecedentes de la Investigación..... 6

2.1.1. Investigación Internacional. 6

2.1.2. Investigaciones Nacionales. 7

2.1.3. Otras investigaciones..... 8

2.2. Bases Teóricas 9

2.2.1. Flotación..... 9

2.2.1.1. Variables del proceso de flotación 9

2.2.1.2. Reactivos de flotación..... 11

2.2.1.3. Clasificación de los reactivos de flotación..... 12

2.3. Definiciones conceptuales. 16

2.4. Formulación de la Hipótesis. 17

2.4.1. Hipótesis General 17

2.4.2. Hipótesis Específicos 17

CAPITULO III METODOLOGIA..... 18

3.1. Diseño Metodológico 18

3.2. Población y Muestra 20

3.1.1. Población..... 20

3.1.2. Muestra..... 20

3.3. Operacionalización de Variables e indicadores 21

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 22

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información. 22

CAPITULO IV RESULTADOS 23

4.1. Parte Experimental 23

4.1.1. Caracterización de la parte Experimentales. 23

4.1.2. Equipos y Reactivos. 23

4.1.3. Condiciones de las Pruebas 24

4.2. Resultados. 25

4.1.4. Resultado General. 25

4.1.5. Balance Metalúrgico 26

4.1.6. Calidad y Recuperación en Función de %-200m y Tiempo de Acondicionamiento-Flotación. 28

4.1.7. Calidad y recuperación en función de Z-6 y MIBC 31

4.1.8. Calidad y recuperación en función de A-238 y MIBC 33

CAPITULO V DISCUSIONES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 36

5.1. Discusiones. 36

5.2. Conclusiones. 39

5.3. Recomendaciones. 41

CAPÍTULO V FUENTES DE INFORMACION 42

5.1. Fuentes Bibliográficas. 42

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Variables del proceso de flotación 10

Figura 2 Clasificación de los reactivos de flotación..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 3 Esquema de experimento y variable 19

Figura 4 Curva de calidad de concentrado aurífero en función %-200m..... 28

Figura 5 Curva de recuperación de oro en función %-200m 28

Figura 6 Área de recuperación de oro en función de tiempo de acondicionamiento y %200m 29

Figura 7 Área de calidad de concentrado aurífero en función de tiempo de acondicionamiento y %-200m 29

Figura 8 Curva de recuperación de oro en función al tiempo de acondicionamiento 30

Figura 9 Curva de calidad del concentrado aurífero en función tiempo de acondicionamiento. 30

Figura 10 Curva de recuperación de oro en función Z-6 31

Figura 11 Curva de calidad del concentrado aurífero en función Z-6..... 31

Figura 12 Área de calidad de concentrado aurífero en función de MIBC y Z-6..... 32

Figura 13 Área de recuperación de oro en función de MIBC y Z-6 32

Figura 14 Curva de recuperación del oro en función A-238..... 33

Figura 15 Curva de calidad de concentrado aurífero en función al colector A-238 33

Figura 16 Curva de recuperación de oro en función al colector MIBC 34

Figura 17 Curva de calidad de concentrado aurífero en función al colector MIBC 34

Figura 18 Área de calidad de concentrado aurífero en función de MIBC y A-238 35

Figura 19 Área de recuperación de oro en función de MIBC y A-238..... 35

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Variables..... 21

Tabla 2 Característica de la parte experimental 23

Tabla 3 Equipos y reactivos 23

Tabla 4 Condiciones de la Prueba 14 24

Tabla 5 Condiciones de la Prueba 15 24

Tabla 6 Condiciones de la Prueba 17 24

Tabla 7 Resultados de las pruebas experimentales 25

Tabla 8 Balance metalúrgico de la prueba 14 26

Tabla 9 Balance metalúrgico de la prueba 15 27

Tabla 10 Balance metalúrgico de la prueba 17 27

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Matriz de consistencia general..... 48

Anexo 2 Matriz de consistencia especifico 49

Anexo 3 Instrumentos para la toma de datos 50

Anexo 4 Condiciones de pruebas experimentales de flotación..... 51

Anexo 5 Resumen de las condiciones de pruebas experimentales de flotación..... 53

Anexo 6 Balance metalúrgico de las pruebas experimentales 53

Anexo 7 Resumen de los resultados de las pruebas experimentales..... 56

Anexo 8 Moliendabilidad..... 57

RESUMEN

El propósito del estudio fue, analizar el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, la investigación fue desarrollada en el 2019, es una investigación básica, con un nivel y diseño experimental, con un enfoque cuantitativa.

Se tiene el resultado con el uso de espumante MIBC, colector Z-6 y A-238, para una liberación pasante a la malla 200 de 61,75% se tiene una calidad de 32,763 g/t con una recuperación del 95,10% a un pH 6,5, mientras que para un pH 8,5 se tiene una calidad de 10,264 g/t con una recuperación del 97,15%, para una liberación del 78,09% pasante -200m se tiene una calidad de 11,566 g/t con una recuperación del 96,19% para un pH 6,5.

Se concluye que se tiene una calidad esperado para nuestro propósito con una recuperación optima con un pH natural del mineral y con el uso de los reactivos comunes empleados en todo proceso con una liberación de mineral intermedia razonable.

Palabra clave: Flotación de pirita aurífera, Concentración por flotación de oro, Flotación de arsenopirita aurífera.

ABSTRACT

The purpose of the study was to “analyze the treatment of metamorphic minerals for the flotation of gold ores at an experimental level in the Geza Minerales ASIS Plant – 2019”, the research was developed in 2019, it is a basic research, with an experimental level and design, with a quantitative approach.

The result is obtained with the use of MIBC foaming agent, collector Z-6 and A-238, for a pass-through release to the 200 mesh of 61.75%, there is a quality of 32,763 g / t with a recovery of 95.10% at pH 6.5, while for pH 8.5 there is a quality of 10,264 g / t with a recovery of 97.15%, for a release of 78.09% through -200m, there is a quality of 11,566 g / t with a recovery of 96.19% for a pH of 6.5.

It is concluded that we have an expected quality for our purpose with an optimal recovery with a natural pH of the mineral and with the use of the common reagents used in all processes with a reasonable intermediate mineral release.

Key Words: Flotation of gold pyrite, Concentration by gold flotation, Flotation of gold arsenopyrite.

INTRODUCCIÓN

En el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, está fundamentado en elevar la ley de mineral marginal a una que sea más adecuado para minimizar el gasto de los reactivos en la cianuración y la liberación de relaves innecesarios.

El proceso de flotación nace con la finalidad de recuperar minerales sulfurados de aquellos que no tienen valor, por lo que en los años 1834 al 1910 se desarrollaron las patentes sobre el proceso de flotación y el diseño de los equipos y a partir 1926 ya se pudo usar el proceso con éxito con la incorporación del xantato al proceso de flotación (wikipedia, 2020).

A partir de 1950 la industria minera, ingresa a una nueva etapa con una política implementadora conocida como el código minero y a partir de los 90 con el cambio de los modelos neoliberales (Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, 2019), con ello en la búsqueda de la competencia y el aprovechamiento de los recursos de baja ley, es necesario un proceso adecuada que permita dejar un plus para la existencia de las empresas minera. La técnica más económica es la flotación de los minerales auríferas y su posterior cianuración que permite dejar ganancias con el alza de los metales en el mercado internacional.

La flotación de los minerales permite elevar la calidad de los metales de interés, haciéndolo más rentable en la siguiente etapa de la extracción, por ello se aplicó esta técnica para el aprovechamiento del oro que se encuentra en los minerales metamórficas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

El procesamiento por cianuración de minerales en la planta Geza Minerales ASIS en los últimos años han bajado las leyes, este trae como consecuencia la reducción de las ganancias de la empresa, por lo que en la búsqueda de alternativas para mejorar la productividad se requiere hacer un estudio previo a la cianuración para la recuperación del oro.

Entre las técnicas empleadas para elevar la ley de minerales se tiene la concentración, amalgamación y cianuración en pilas, pero la más conveniente para la empresa por el espacio y al contar con una planta de cianuración, se requiere realizar las pruebas de flotación de los minerales que tenga una ley que permita cubrir el gasto de operación, por ello es vio realizar las pruebas de flotación para mejorar la rentabilidad de la planta, el estudio es desde el punto de vista técnico que si se las pruebas llegan, con una calidad y recuperación optima.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Sera posible el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS - 2019?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Tendrá efecto la liberación de minerales metamórficos, para tener un concentrado óptimo de pirita aurífera y oro libre?
- ¿En qué medida el tiempo de acondicionamiento y flotación permitirá obtener una recuperación adecuado de oro?

- ¿Tendrá influencia la dosificación de colectores y espumantes para obtener con concentrado de calidad y una recuperación óptima de oro?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019.

1.3.2 Objetivo especifico

Evaluar el efecto de la liberación de minerales metamórficos, para el concentrado óptimo de pirita aurífera y oro libre.

Evaluar el tiempo de acondicionamiento y flotación que permitirá obtener una recuperación adecuado de oro.

Evaluar la influencia de la dosificación de colectores y espumante para obtener con concentrado de calidad y una recuperación óptima de oro.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación Práctica.

Se podría decir que es importante la investigación sobre el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS - 2019, porque nos permitirá procesar minerales de baja ley de la zona de influencia es decir del sector de la rinconada.

1.4.2 Justificación Metodológica.

Desde el punto de vista metodológica el estudio sobre el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, nos permitirá aplicar los Métodos en otras investigaciones de igual manera las técnicas, procedimientos e instrumentos empelados en la investigación, nos permitirá usar en otras investigaciones como referencia una vez demostrada su validez y confiabilidad se podría tener como fuente de información en las investigaciones futuras.

1.4.3 Justificación Técnica

Desde el punto de vista técnica la investigación respecto el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, nos proporcionara tener una información sobre la calidad y recuperación de oro y las condiciones de tratamiento que se emplearon para el estudio.

1.4.4 Justificación Social.

Es importante la investigación a realizar sobre el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, porque con este nos permitirá viabilizar el tratamiento de los minerales de la zona de la rinconada, abriendo más fuentes de trabajo y dejar el uso del mercurio que afectan directamente a los trabajadores y minimizar el uso del cianuro en el tratamiento de minerales para la recuperación del oro.

1.4.5 Justificación Económica.

Desde el punto de vista económica el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, permitirá

minimizar el gasto en las operaciones y en los reactivos usados, permitiendo el incremento de las ganancias de la empresa y su personal que trabajo directa e indirectamente.

1.5 Delimitación del estudio

1.5.1 Delimitación Territorial.

País	:	Perú
Departamento	:	Puno
Provincia	:	San Antonio de Putina
Distrito	:	Ananea
Ciudad	:	Centro poblado de la Rinconada

Coordenadas 14°40′40″ S, 69°31′56″ W **En decimal** -14.677778°, -69.532222°

UTM 8377245 442697 19L

1.5.2 **Delimitación Tiempo y Espacio**.

El estudio sobre el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos, se realizaron en el laboratorio de la planta Geza Minerales ASIS en el 2019, en ellos se realizaron el chancado, molienda, preparación y flotación en el laboratorio metalúrgico, mientras que el análisis de las muestras se realizó en el laboratorio químico de la misma empresa.

1.5.3 Delimitación de Recursos.

Respecto a su delimitación para realizar el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos, no se cuenta equipos modernos que permita predecir los resultados de las pruebas de flotación respecto composición mineralógica, la parte analítica recién se tiene para el siguiente día esto está también dificulta en la toma de decisiones para la siguiente prueba a realizar.

1.6 Viabilidad del estudio

El estudio desde el punto de vista técnico es viable por tener acceso a la información sobre las técnicas y procedimientos del proceso de concentración de minerales por flotación, por otra parte, se cuenta con acceso a las informaciones teóricas tanto de físico como digital. Por otra parte, el acceso al laboratorio se tiene la autorización de la gerencia para realizar el trabajo de investigación.

La información obtenida y validada servirá para emplear los datos para el ajuste en las operaciones industrial, mientras que la validación metodológica permitirá emplear como referencia para otros trabajos de investigación en el futuro.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación.

2.1.1. Investigación Internacional.

En su investigación sobre, Caracterizaciones de zonaciones asociadas a arsénico, para la identificación de oro invisible en piritas, Puente (2018) concluye que se logró "identificar (…) que el As y Au está en nanopartículas dentro de la matriz de dicho sulfuro. La (…) concentrado de Au está en los sulfuros beneficiados, y es posible estar asociados a los silicatos en las colas" (p. 93).

Determinar el rendimiento de recuperación de oro y plata, aplicando un proceso combinado de flotación y cianuración a los relaves provenientes de las plantas de tratamiento gravimétrico del condominio sur nambija. Jiménez & Prieto (2011) Concluye que la "cabeza (..) de Au 1,286ppm y Ag 1,388ppm. El análisis mineralógico no se logra detectar Au y Ag (..), el tiempo de molienda es 32min con d_{80}=68,89µm, en la flotación se recupera Au 96,44% y Ag 70,07%, a 68,89µm (p.44). El tratamiento de los relaves es primordial determinar la liberación de los minerales, para su tratamiento y la ley si es factible el tratamiento.

En el trabajo sobre substituto a la amalgamación, por flotación directa de oro nativo grueso, Naranjo (2012) concluye se "logra la flotabilidad de oro nativo relativamente grueso en una celda flash, la recuperación es en pH básicos, el tamaño de las partículas de oro obtenidas en la flotación usando es relativamente grueso, mayor a malla 100 (150µ)"(p.70). Las celdas flash están diseñado para flotar material grueso, en ello solo se tiene que buscar los parámetros adecuadas para la flotación de oro grueso.

2.1.2. Investigaciones Nacionales.

En el trabajo de investigación realizado en Minera Koricolqui, sobre evaluación de minerales sulfurados en una matriz de cuarzo, para la recuperación del oro y plata, Palomino & Ramos (2008) concluye “aplicando una preconcentración seguido de la flotación a 66% -200 mallas, se logran una óptima de recuperación de Au 92.69%, pero no óptimos para la Ag, presentaron bajas recuperaciones similares al proceso de flotación convencional” (pp. 113-114). Es necesario realizar una preconcetración, por medios concentraodres, para recuperar oro grueso y luego hacer la recuperación de los valores finos que se encuentran enlasados en los sulfuros.

En él, estudios secuenciales de flotación, lixiviación alcalina, biolixiviación y cianuración de minerales sulfurados auríferos para la recuperación de oro, Gutierrez (2017) concluye que “la mejor flotación seleccionada se obtuvo con Z-6 de 78,43 g/t como variable independiente y una recuperación de 97,65% como variable dependiente con una calidad de concentrado de 14,2 g/tc” (p.76). Larecuperación de los sulfuros, para una obtimización de los recursos es realizar un tratamiento secuencial, para así tener un producto con valor agregado.

En la zona de Huampar Lima, empleando una mezcla de tritiocarbonatos y xantato isobutilico de sodio como colectores, para la flotacion de piritas auriferas a partir de mineral, Villalba (2009) concluye que en la “flotación bulk (..) mejor desempeño de la flotación de oro, plomo fueron obtenidos de las mezclas de SIBX/C_{12} TTC que con SIBX sólo (…). Las más altas recuperaciones de oro, plomo fueron registrados en 8% mol de TTC”(p.85). En el proceso de la busqueda de colecotres es necesario ver el conportamiento de los reactivos a la mineralización de los aflotamientos, dentro de esa busqueda es necesario realizar las mezclas que actuan mejor para el proceso de flotación y a las condiciones del proceso.

2.1.3. Otras investigaciones.

En la flotación de pirita y arsenopirita aurífero, el efecto de los colectores Z6, A404, A1208, Romero, Romero, & Redrovan (2019) concluyen "que el tipo de colector secundario no influye en el porcentaje de recuperación de oro (p-value >0,05). Mientras que, sí existe influencia (p-value <0,05) del porcentaje de sólidos en la pulpa en el porcentaje de recuperación" (p.81). La recuperación de la pirita aurífera y la arsenopirita, los colectores primarios son suficiente, siempre en cuando no esté el oro libre y la densidad de pulpa es primordial en la flotabilidad de los sulfuros.

En la flotación de menas de oro en escorias de procesamiento gravimétrico, para la recuperación de oro y plata, Hidalgo, Diaz, Bazán, & Sarquís (2015) concluyeron que la "recuperaciones del 87.7 % Au y un 47.4 % de Ag se logra con las condiciones: granulometría a 200m, colectores: PAX (15.8 g/t); F-C5439 (18.75 g/t), espumante MIBC (12.5 g/t) y un tiempo de flotación de 8.5 minutos" (pp. 686-687). Los minerales procesadas por granulometria, tiene valor economico en el caso de oro y plata, ya que en el proceso solo se recupera minerales gruesos y de granulometria gruesa, quedando en el relave el oro y plata encapsulados, que necesitan su liberación y las condiciones para la flotación.

En el trabajo de investigación en la empresa minera Austria Dúas S.A.C sobre, Remolienda de mixtos de Zinc, Vílchez, Medina, & Coronel (2011) concluye el "zinc grueso con amarres la cinética de flotabilidad es muy lenta, y con la remolienda, acondicionando (...) se incrementa las recuperaciones de Zn en 2%, y en relave de 0.45% se llegó a 0.35% Zn"(p.6).

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 sus 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.

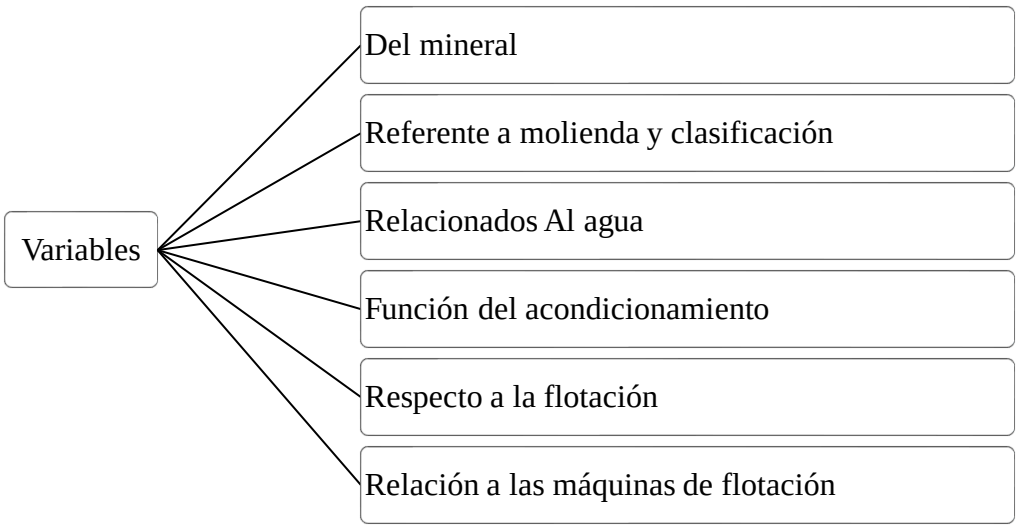
El proceso de flotación es la interacción de las partículas de mineral con la burbuja de aire, en la pulpa del mineral, su eficiencia para atrapar las partículas de los minerales y luego subir hasta el labio de las celdas depende de muchos fenómenos que ocurren en la pulpa, principalmente de las agitación mecánica, reactivos que interactúan, haciendo hidrofóbica a las partículas para ser colectados, luego por el proceso hidrodinámica son evacuado a la superficie, conocido como propiedades físico química a la flotación de los minerales (Yamashiro, 2012).

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

2.2.1.1. **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).

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

2.2.1.2. **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 optima 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, la parte polar es activa, que se acopla a la área 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 impregna en la interfase gas-líquido para formar una espuma estable (Sutulov, 1963, pág. 68).

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

2.2.1.3. **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:

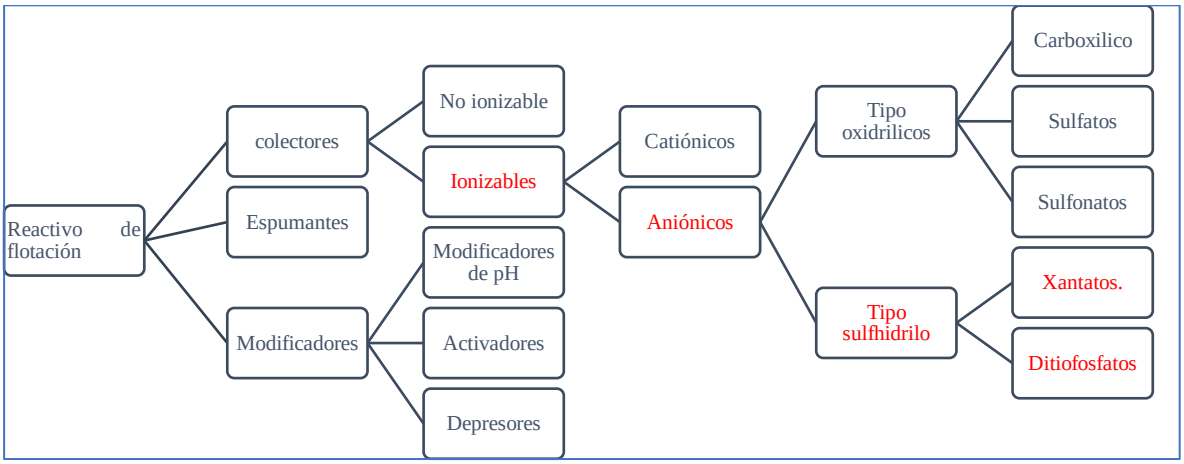


Figura 2 Categorización de reactivos empleados en la flotación

Nota: Fuente elaborado por el autor(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.

a. Colectores.

Los colectores usados se tienen los siguiente:

- 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). Colector más activo, no es selectivo para minerales sulfuros, uso para sulfuros con presencia de oxidos, conveniente para minerales han sido sulfurizado, empleado como colector secundario en la sección scavenger (Azuñero, 2015, pág. 76).

- Ditiofosfatos. "Son sales secundarias del ácido ditiofosforicos, solubles en agua, afectando por depresores en mayor grado. Los ditiofosfatos 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).

b. Espumantes.

Los espumantes son reactivos tensoactivos que permite dar estabilidad a las espumas y al tamaño deseado, los espumantes que se emplearan se describe a continuación:

- 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).
- MIBC (metil isobutil carbonil): Usa en la flotación de minerales sulfuros de cobre, molibdeno, zinc y plomo, minerales no metálicos y oro plata (Azuñero, 2015).

c. Modificadores.

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

- ✓ **Activadores**: Son sustancias que permite que las partículas sean hidrofóbicas, para aumentar su flotabilidad, entre ellos tenemos:
  - ✓ Sulfato de cobre ($CuSO_4$ $5H_20$): 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.
- ✓ **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.

✓ **Modificadores de pH**: Permite modificar las el pH, entre los modificadores de pH tenemos:

- ✓ Básico: Cal (CaO), Na_2CaO, NaOH, etc.
- ✓ Acido: H_2SO_4.
- ✓ Dispersantes: Silicato de sodio.

2.3. **Definiciones conceptuales.**

a. **Cabeza Mineral**: Es el flujo de mineral que ingresa a la planta de concentración de minerales.

b. **Concentración**: Es la proporción entre el soluto y el solvente o disolución.

c. pH: La concentración del ion hidrogeno presente en una disolución, o coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.

d. **Granulometría**: Tamaño de partícula de un determinado de mineral representado por número de mallas o micras de acuerdo las normas.

e. **Disolvente**: Es la sustancia de mayor cantidad en una mezcla.

f. **Mena**: Compuesto de elementos mineralizados de interés o valor para un propósito.

g. **Optimización**: Es la capacidad de resolver eficientemente las cosas, con el menor uso de recursos (Significados, 2019).

h. **Oxidación**: Es el proceso químico de perdida de los electrones por parte de una molécula, átomo o ion (Significados, 2019).

i. **Óxido**: Es la unión de un elemento metálico o no metálico con el oxígeno para producir un compuesto (Significados, 2019).

j. **Proceso**: Es el conjunto de fenómeno asociados a desarrollar actividades en el tiempo de fases sucesivas que condicen a un fin especifico (Significados, 2019).

k. **Flotación**: Es el proceso hidrofóbico donde existe una fuerza opuesta para ser alejado, respecto a un punto, conocida como proceso fisicoquímico donde interviene las fases solido líquido y gas (Pérez & Gardey, 2014).

2.4. **Formulación de la Hipótesis**.

2.4.1. Hipótesis General

En el proceso de flotación de minerales metamórficas de baja ley es posible que;

Con un acondicionamiento adecuada del tratamiento de minerales metamórficas, permitirá una flotación optima de las menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019.

2.4.2. **Hipótesis Específicos**

Las adecuaciones antes de la flotación de la pirita aurífera respecto a las condiciones de las pulpas, agitación, flujo de aire ,etc:

- Encontrando una grada de liberación adecuada de minerales metamórficos, nos permitirá obtener un concentrado óptimo de pirita aurífera y oro libre.
- Con un tiempo prudencial de acondicionamiento y flotación nos permitirá obtener una recuperación adecuado de oro.
- Con una dosificación dentro los márgenes necesarios los colectores y espumante, nos permitirá obtener un concentrado de calidad y una recuperación óptima de oro.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Tipo de Investigación

En el estudio sobre el tratamiento de minerales metamórficas, para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, es un tipo de investigación aplicada, el trabajo se realizará con la finalidad de buscar parámetros operacionales para luego ser aplicada. El tipo de investigación su "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, pág. 117). En este estudio es probar el efecto de las variables de estudio sobre tratamiento del mineral con la finalidad obtener los parámetros de operación.

3.1.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación sobre tratamiento de minerales metamórficas, para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, es una investigación nivel explicativa o causal. Se buscará del porqué de los hechos mediante la relación causa efecto de las variables independiente que darán los efectos en las variables dependientes (Arias, 2012). En este estudio se busca parámetros para ser aplicado a nivel industrial.

3.1.3. Diseño de la Investigación.

En el presente estudio sobre tratamiento de minerales metamórficas, para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, es un diseño experimental, ya que se realizará la manipulación de las variables independientes para luego del proceso analizar las variables dependientes que a generado las variables independientes

(Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Se diseña las condiciones cómo será el proceso en este caso el ingreso causa será mineral liberado, adición de depresores, colectores y espumante, proceso acondicionamiento y flotación, salida o efecto concentrado.

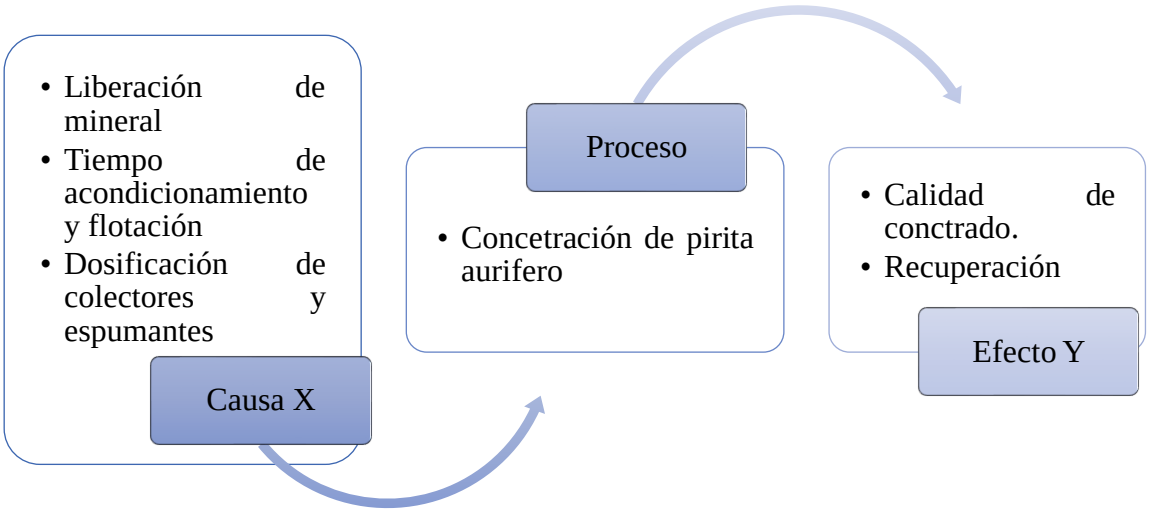


Figura 3 Diagrama del proceso

3.1.4. Enfoque de la Investigación.

En el trabajo sobre "tratamiento de minerales metamórficas, para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019", es un enfoque cuantitativo, ya que en el presente trabajo se recolectará datos numéricos de las pruebas experimentales para luego procesarla y analizar los resultados con la finalidad de contrastar la hipótesis (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.2. Población y Muestra

3.1.1. **Población.**

Los minerales que conforman las vetas del nevado Ananea de las concesiones de las minas la rinconada de la planta Geza Minerales ASIS es la población que conformo el estudio.

3.1.2. **Muestra.**

Los sacos de mineral acopiada fueron de las vetas de las minas de la rinconada de la concesión de la empresa, aproximadamente 200 kg luego se reducirán el mineral a malla -1/2” y su posterior mente pulverizada y cuarteada hasta llegar aproximadamente 1 kilo cada muestra que sirvió para las pruebas y el envió al laboratorio químico para el análisis.

3.3. Operacionalización de Variables e indicadores

Es el proceso de operacionalización de variables en el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS - 2019, se tendrá él cuenta liberación de minerales, tiempo y dosificación de reactivos para la concentración por flotación de minerales pirita auríferos.

Tabla 1

Variables

Variable	Concepto	Dimensión	Indicador
	Independiente		
Tratamiento de minerales metamórficas	Es el proceso de acondicionamiento de la pulpa para la flotación de minerales auríferos.	Control	- Liberación de minerales. - Tiempo de flotación - Dosificación de reactivos
	Dependiente		
Flotación de menas auríferos	Es el medio de elevar la ley del oro por medio de separación de los sulfuros auríferos de los estériles por un proceso físico químico donde se adhieren los minerales a la espuma y ser flotada y las gangas son deprimidas y evacuadas.	Medio medibles	- Concentración de oro. - Recuperación.
	Intervinientes		
Componentes intervinientes	Son las que interviene en el proceso, pero que no se consideran varían, es decir son constantes.	Parámetros de constantes	- pH. - Agitación - Densidad de pulpa. - Flujo de aire.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Técnicas a Emplear.

La técnica empleada en la recopilación de la información sobre el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, se emplearán la observación particular, ya que el investigar es parte del equipo que realiza la investigación y pertenecerá a la observación estructurada ya que la información extraída de la parte experimental, antes y después del proceso será registrado (Hurtado, 2000).

3.4.2. Descripción de los Instrumentos

En el proceso de estudio sobre tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, se emplearon los instrumentos para la toma de datos lista de cotejo, ficha de observaciones y equipos de audio y video para registrar las fotos y videos.

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información.

La técnica para el procesamiento de los datos de usarán por medio de la matemática el estadístico, ya que los datos recopilados de la parte experimental son numéricos por lo se emplearan paquetes estadísticos que nos permita optimizar el proceso mediante el software minitab 19 y el Excel que son paquetes para procesar datos y como resultados se tienen tablas, gráficos, figuras, etc.

Una vez obtenido la información numérica se en tablas y gráficos se procederá a digitalizar mediante una hoja de procesamiento empleado el procesador de texto Word para obtener la información digital.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Parte Experimental.

4.1.1. Caracterización de la parte Experimentales.

Las condiciones de la parte experimental no variables en el presente trabajo experimental, realizado.

Tabla 2
Característica de la parte experimental

Condiciones	Cantidad	Unidad
Densidad del mineral=	2,81	g/cm^3
Mineral=	1000	g
Volumen del mineral=	356	mL
Volumen agua=	2000	mL
%S=	33,38	%
Densidad de pulpa=	1,27	g/cm^3

4.1.2. Equipos y Reactivos.

Tabla 3
Equipos y reactivos

Equipos	Reactivos
Celda de flotación tipo Denver	Z-6 (Colector)
Filtro prensa.	A-3418(Colector secundario)
Balanza electrónica de 3 dígitos de 6 kg	A-238(Colector secundario)
Toledo.	MIBC(Espumante)
Comprensora	D-250(Espumante)
Estufa	(CaO(cal)
Molino pulverizador	

4.1.3. Condiciones de las Pruebas

Tabla 4
Condiciones de la Prueba 14

Especificación	Tiempo Minutos	%-200M	pH	Z-6 g/t	A-3418 g/t	A-238 g/t	MIBC g/t	D-250 g/t
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	8		6,5	90		60		
Rougher	6						40	0
Acondicionamiento 2	5			60				
Scavengher	6					60	40	
Total	25	61,75	6,5	150	0	120	80	0

Tabla 5
Condiciones de la Prueba 15

Especificación	Tiempo Minutos	%-200M	pH	Z-6 g/t	A-3418 g/t	A-238 g/t	MIBC g/t	D-250 g/t
Molienda		78,09						
Acondicionamiento 1	8		6,5	90		60		
Rougher	6						40	0
Acondicionamiento 2	5			60				
Scavengher	6					60	20	
Total	25	78,09	6,5	150	0	120	60	0

Tabla 6
Condiciones de la Prueba 17

Especificación	Tiempo Minutos	%-200M	pH	Z-6 g/t	A-3418 g/t	A-238 g/t	MIBC g/t	D-250 g/t
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	8		8,5	80		60		
Rougher	6						40	0
Acondicionamiento 2	4			60				
Scavengher	6					60	20	
Total	24	61,75	8,5	140	0	120	60	0

4.2.Resultados.

4.1.4. Resultado General.

El resumen de los resultados de las pruebas experimentales obtenidos respecto a la liberación y el resultado calidad, recuperación y desplazamiento en el relave se detalla en la tabla 7.

Tabla 7
Resultados de las pruebas experimentales

N°	%-200m	Calidad Au g/t	Recuperación %	Relave Au g/t
1	82,64	4,03	36,42	1,700
2	82,64	4,25	37,77	1,500
3	82,64	4,08	41,16	1,100
4	81,39	11,79	86,63	0,400
5	70,41	11,87	78,06	0,450
6	74,9	6,93	67,87	0,400
7	82,64	4,85	86,90	0,450
8	70,40	21,50	54,97	2,200
9	70,40	12,31	53,87	1,350
10	81,34	19,50	63,91	2,000
11	81,34	25,85	87,29	0,650
12	61,75	35,92	91,38	0,600
13	78,09	16,55	61,93	1,450
14	61,75	32,763	95,10	0,550
15	78,09	11,566	96,19	0,200
16	61,75	18,345	45,41	6,060
17	78,09	10,264	97,15	0,100
18	61,75	16,044	75,056	1,500
19	78,09	3,600	76,965	0,400
20	61,75	10,007	88,546	0,350
21	78,09	5,636	84,26	0,350

Nota: Fuente resultado de las pruebas experimentales.

En la tabla 7, las pruebas 14, 15 y 17 tiene los mejores resultados obtenidos: La prueba 14 tiene una liberación pasante a malla 200 61,75% se tiene una calidad de 32,763g/t Au con una recuperación de 95,10% y un desplazamiento en el relave de 0,55 g/t de Au.

La prueba 15 tiene una liberación pasante a malla 200 el 78,09%, se tiene una calidad de 11,566 g/t Au con una recuperación de 96,19% y un desplazamiento en el relave de 0,20 g/t de Au.

La prueba 17 tiene una liberación pasante a malla 200 78,09%, se tiene una calidad de 10,264g/t Au con una recuperación de 97,15% y un desplazamiento en el relave de 0,10 g/t de Au.

4.1.5. Balance Metalúrgico.

Los balances metalúrgicos de las pruebas metalúrgicos se detallarán en las tablas 8, 9 y 10 las pruebas 14,15 y 17 respectivamente, los restos se detalla en el anexo.

Tabla 8

Balance metalúrgico de la prueba 14

	g	Au g/t	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	8,470	0,008470	398,36	
Conc	245,86	32,763	0,008055	95,10	4,07
Relave	754,14	0,550	0,000415	4,90	
Cab. Calc.	1000,00	8,470	0,008470	100	

Nota: Fuente resultado de las pruebas experimentales 14.

En la tabla 8 se trata 1000 gramos de mineral con una ley de cabeza de 8,47 g/t Au, se obtiene un concentrado con una calidad de 32,763 g/t Au con una recuperación de 95,10% con un ratio de concentración de 4,07 y un desplazamiento del oro en el relave de 0,55 g/t.

Tabla 9
Balance metalúrgico de la prueba 15

	g	Au g/t	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	3,651	0,003651	171,74	
Conc	303,65	11,566	0,003512	96,186	3,29
Relave	696,35	0,200	0,000139	3,81	
Cab. Calc.	1000,00	3,651	0,003651	100	

Nota: Fuente resultado de las pruebas experimentales 15.

En la tabla 8 se trata 1000 gramos de mineral con una ley de cabeza de 3,651 g/t Au, se obtiene un concentrado con una calidad de 11,566 g/t Au con una recuperación de 96,186% con un ratio de concentración de 3,29 y un desplazamiento del oro en el relave de 0,2 g/t.

Tabla 10
Balance metalúrgico de la prueba 17

	g	Au g/t	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	2,636	0,002636	123,97	
Conc	249,49	10,264	0,002561	97,153	4,01
Relave	750,51	0,100	0,000075	2,85	
Cab. Calc.	1000,00	2,636	0,002636	100	

Nota: Fuente resultado de las pruebas experimentales 17.

En la tabla 8 se trata 1000 gramos de mineral con una ley de cabeza de 2,636 g/t Au, se obtiene un concentrado con una calidad de 10,264 g/t Au con una recuperación de 97,153% con un ratio de concentración de 4,01 y un desplazamiento del oro en el relave de 0,10 g/t.

4.1.6. Calidad y Recuperación en Función de %-200m y Tiempo de Acondicionamiento-Flotación.

La calidad y la recuperación de oro en función de la liberación, tiempo de flotación y acondicionamiento y las áreas de tiempo de flotación y acondicionamiento en función de la liberación se aprecia en las figuras 4,5,6,7,8 y 9.

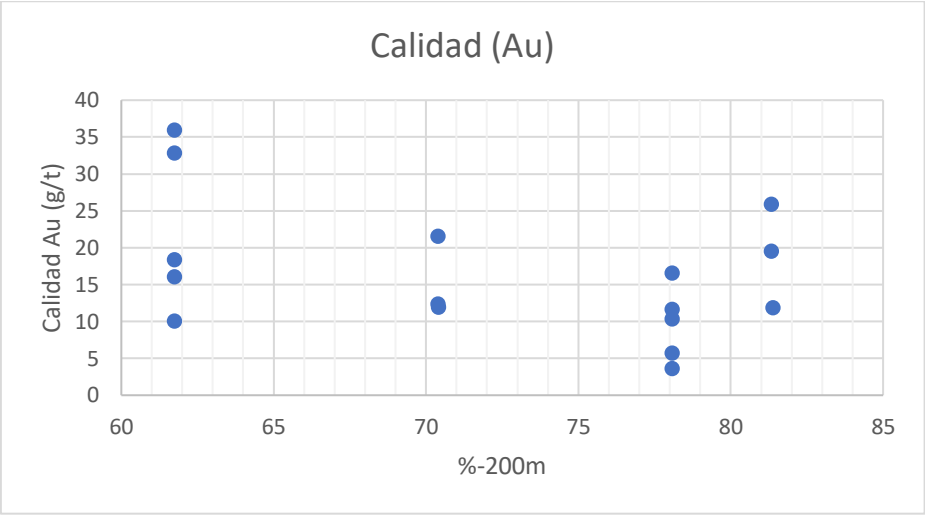


Figura 4 Curva de calidad de concentrado aurífero en función %-200m

En la figura 4 se aprecia que con una liberación del 61,9% la calidad llega al 36g/t de oro en el concentrado.

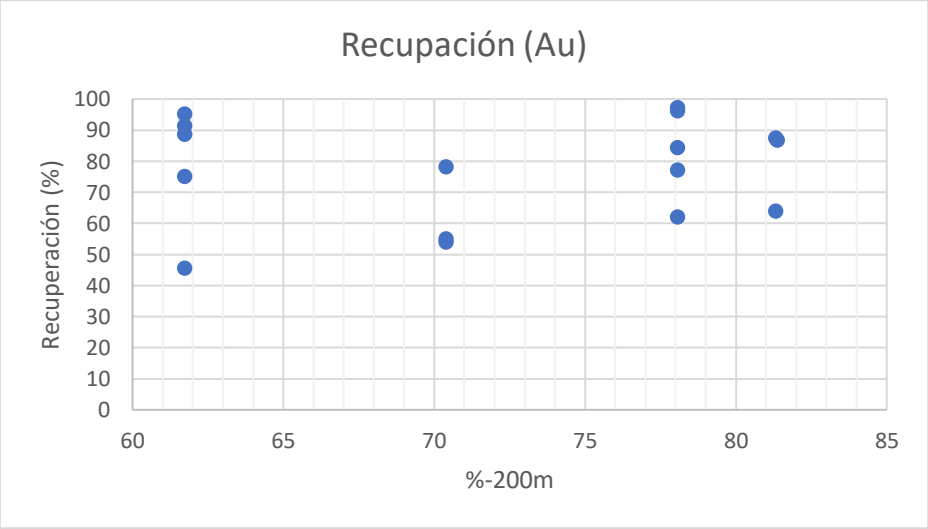


Figura 5 Curva de recuperación de oro en función %-200m

En la figura 5 se aprecia que la recuperación se obtiene con una liberación del 61,9% se tiene superior al 90%.

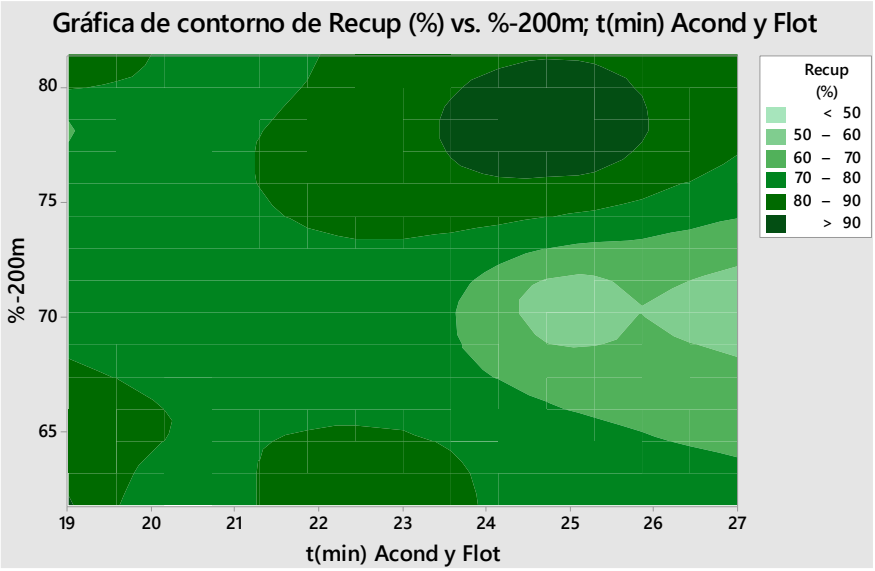


Figura 6 Área de recuperación de oro en función de tiempo de acondicionamiento y %200m

En la figura 6 el Tiempo de flotación y acondicionamiento entre 23,5 a 26 minutos y %-200m 76,5 a 82% la recuperación es superior a 90% de oro, y entre 21,2 a 27 minutos de acondicionamiento y 75 a 82% %-200m la recuperación estaría entre 80% a 90% de recuperación.

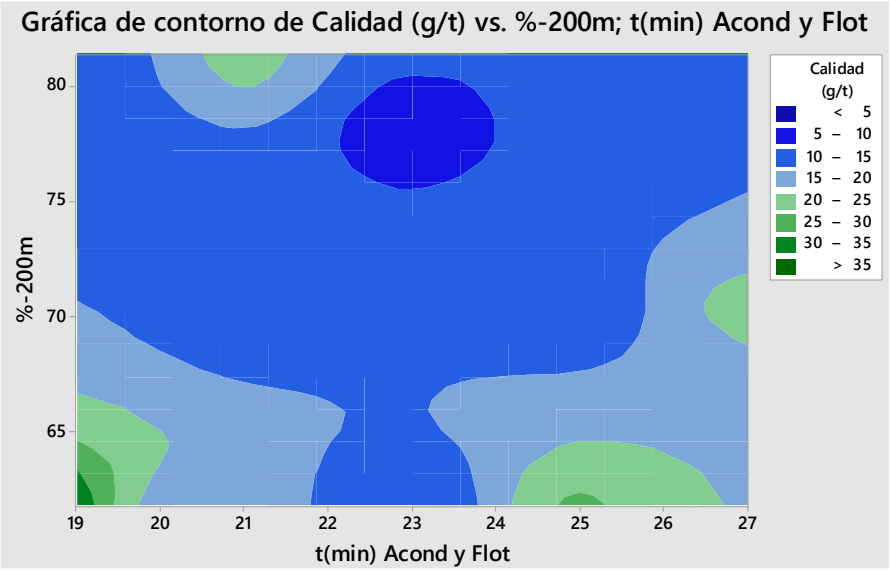


Figura 7 Área de calidad de concentrado aurífero en función de tiempo de acondicionamiento y %-200m

En la figura 7 el área entre 19 A 19,2 minutos de acondicionamiento y 60 a 62,5% m-200 la calidad es de 30 a 35 g/t de Au y entre el rango de 19,2 a 19,4 minutos de acondicionamiento y 62,5 a 64,5% m-200 se tiene una calidad de 25 a 30 g/t de oro.

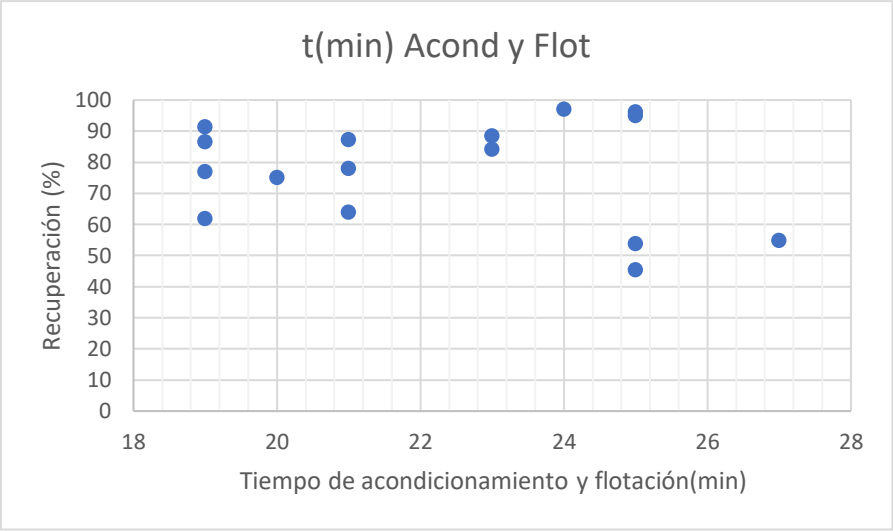


Figura 8 Curva de recuperación de oro en función al tiempo de acondicionamiento

En la figura 8 se aprecia que en un periodo superior de 19 minutos de flotación y acondicionamiento se tiene una recuperación superior al 80% hasta 25 minutos.

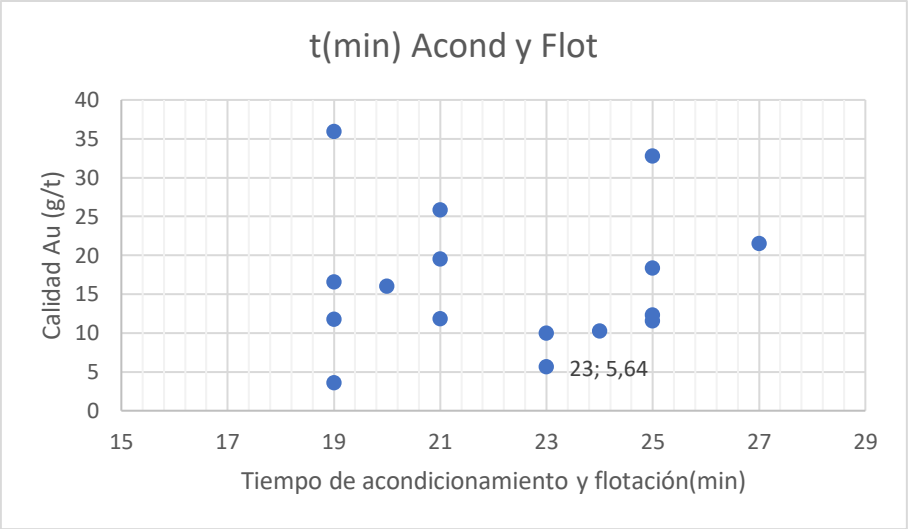


Figura 9 Curva de calidad del concentrado aurífero en función tiempo de acondicionamiento.

En la figura 9 se aprecia que en un periodo de 9 minutos de flotación y acondicionamiento se tiene una calidad de 36 g/t de oro.

4.1.7. Calidad y recuperación en función de Z-6 y MIBC

La calidad y la recuperación de oro en función del colector Z-6, áreas de recuperación y calidad en relación Z-6 y MIBC en las figuras 10,11,12 y 13.

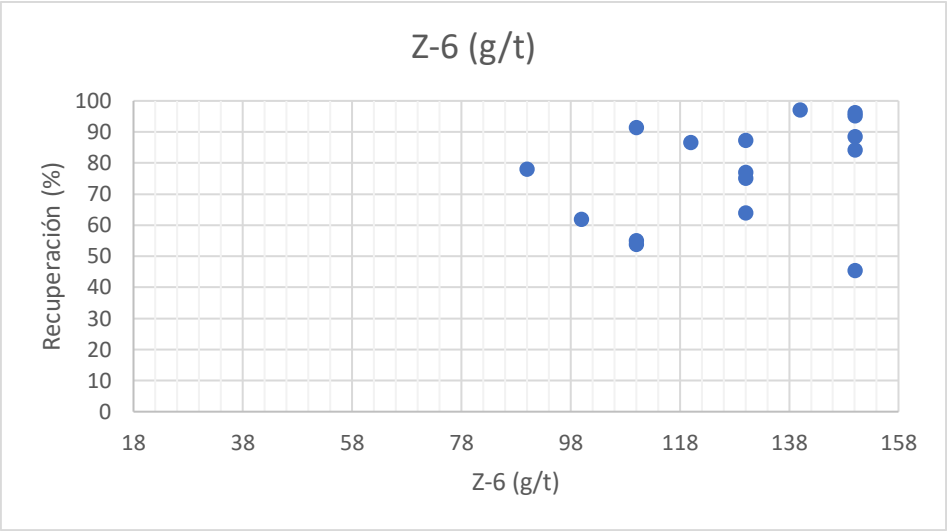


Figura 10 Curva de recuperación de oro en función Z-6

En la figura 10 se aprecia que a medida que aumenta la dosificación de colector Z-6, aumenta la recuperación, teniendo una recuperación más favorable.

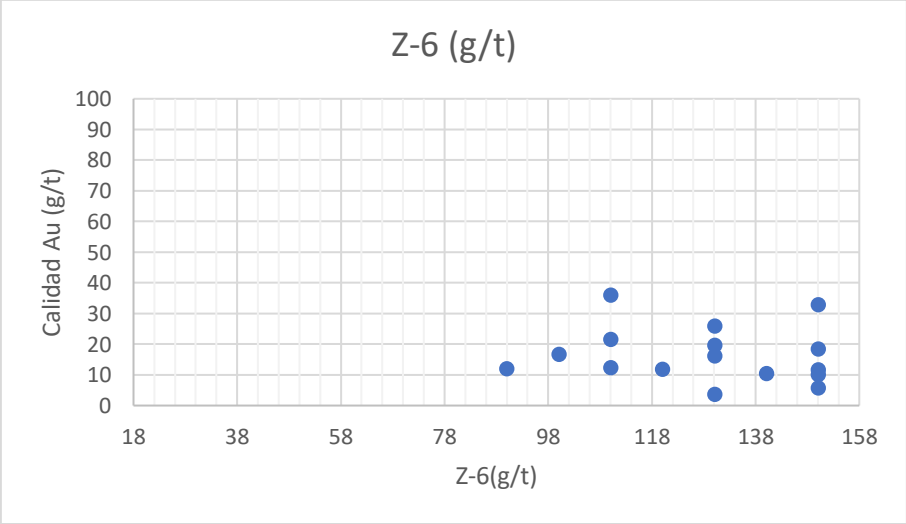


Figura 11 Curva de calidad del concentrado aurífero en función Z-6

En la figura 11 se aprecia que la calidad es favorable con una dosificación de colector Z-6 este 100 g/t, se tiene una calidad de 35 g/t de oro en el concentrado.

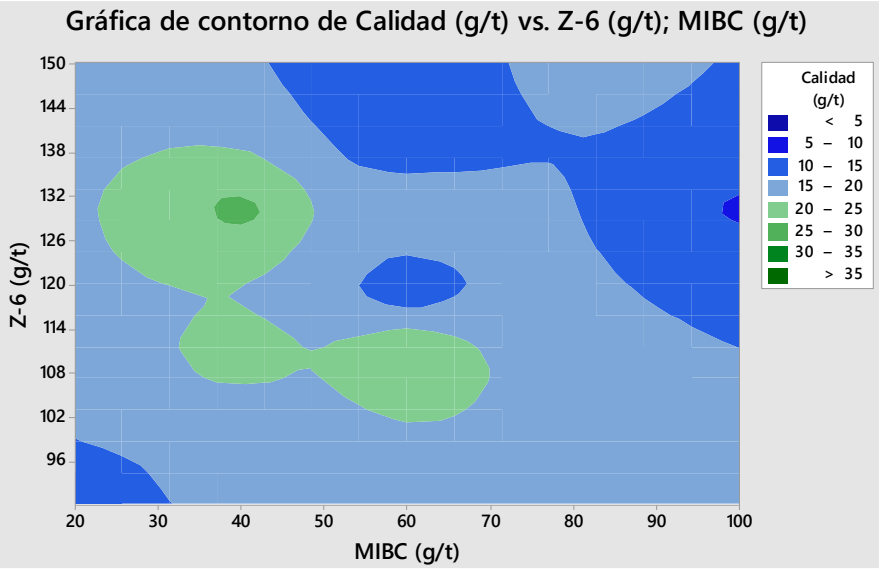


Figura 12 Área de calidad de concentrado aurífero en función de MIBC y Z-6

En la figura 12 el área entre 37,5 a 42 g/t de MIBC y 128 a 132 g/t Z-6 la calidad es de 25 a 30 g/t de Au y entre el rango de 22 a 70 g/t de MIBC y 102 a 138 g/t de Z-6 se tendrá una calidad de 20 a 25 g/t de oro.

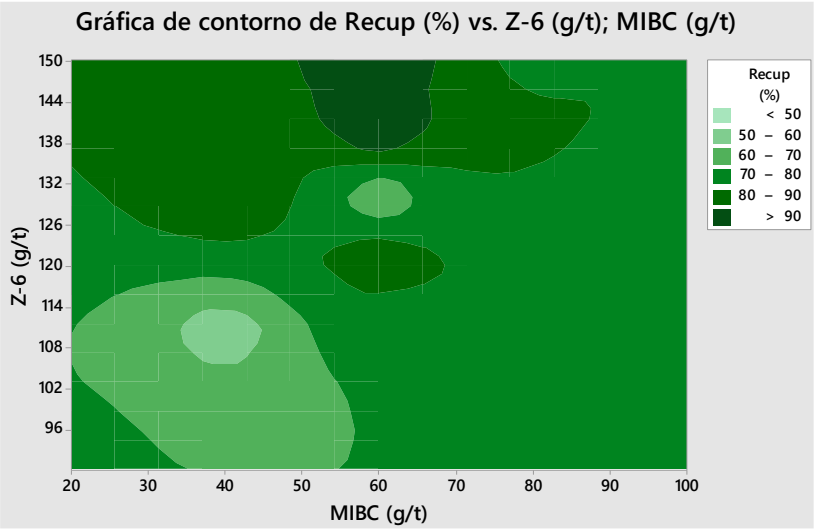


Figura 13 Área de recuperación de oro en función de MIBC y Z-6

En la figura 13 el MIBC entre 52 a 68 g/t y Z-6 138 a 150 g/t la recuperación es superior a 90% de oro, y entre 20 a 86 g/t de MIBC y 126 a 150 g/t de Z-6 la recuperación estaría entre 80% a 90% de recuperación.

4.1.8. Calidad y recuperación en función de A-238 y MIBC

La calidad y la recuperación de oro en función del colector secundario A-238 en la figura 14, 15, mientras que con el espumantes MIBC en figura 16,17 las figuras 18, 19 áreas de recuperación y calidad en función de MIBC y A-238.

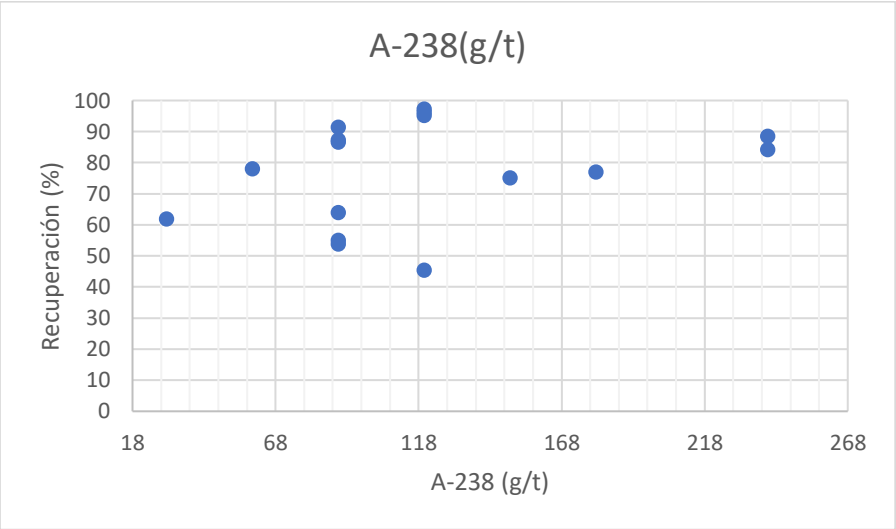


Figura 14 Curva de recuperación del oro en función A-238

En la figura 14 se aprecia que a medida que aumenta la dosificación de colector A-238, aumenta la recuperación, teniendo una recuperación más favorable 95% con 118 g/t de A-238.

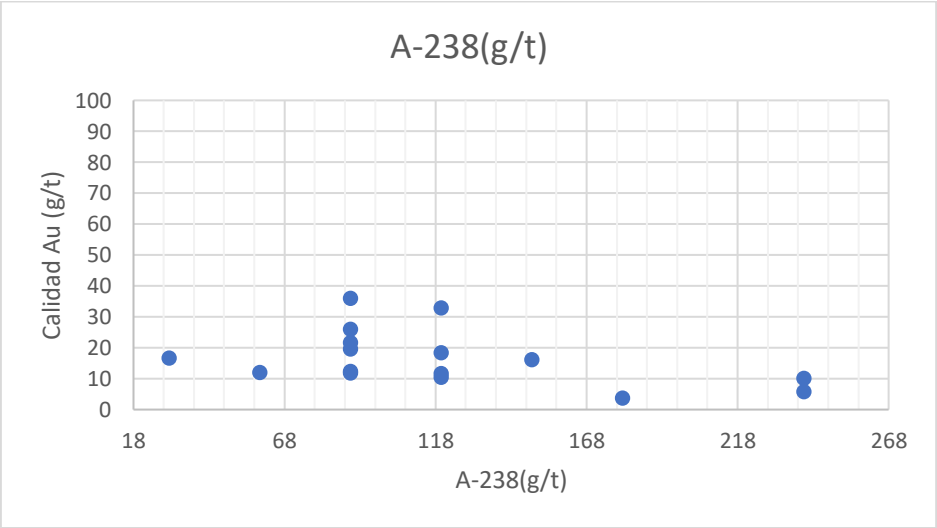


Figura 15 Curva de calidad de concentrado aurífero en función al colector A-238

En la figura 15 se aprecia que con una dosificación de colector A-238 entre 88 y 118 g/t, una calidad favorable, menor a ello y superior a ello la calidad decae.

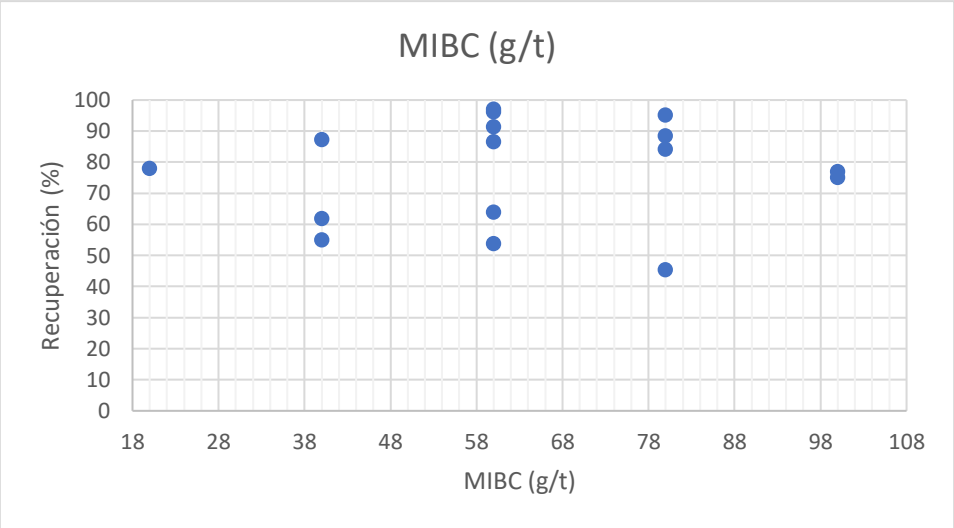


Figura 16 Curva de recuperación de oro en función al colector MIBC

En la figura 16 se aprecia que con una dosificación de espumante MIBC, entre 60 y 80 g/t, tiene una recuperación adecuada.

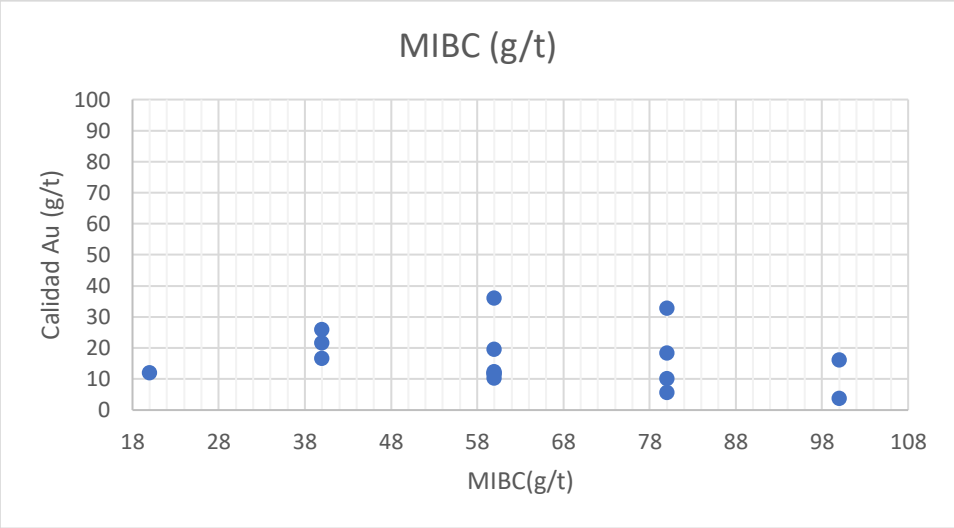


Figura 17 Curva de calidad de concentrado aurífero en función al colector MIBC

En la figura 17 se aprecia que con una dosificación de espumante MIBC entre 60 y 80 g/t, tiene una calidad favorable, menor a ello y superior a ello la calidad baja.

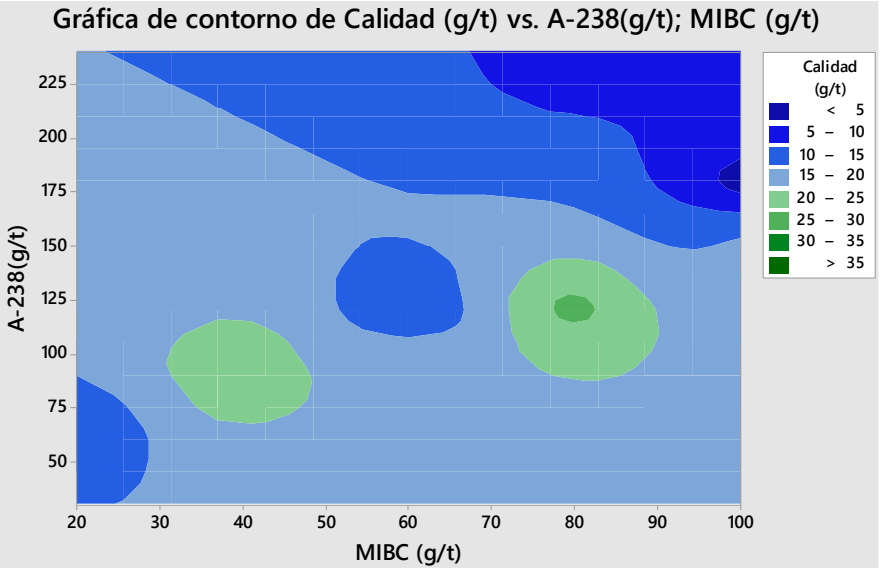


Figura 18 Área de calidad de concentrado aurífero en función de MIBC y A-238

En la figura 18 el área entre 77,5 a 82,5 g/t de MIBC y 115 a 130 g/t de A-238, la calidad es de 25 a 30 g/t de Au y entre el rango de 74 a 90 g/t de MIBC y 87.5 a 140 g/t de A-238 se tendrá una calidad de 20 a 25 g/t de oro.

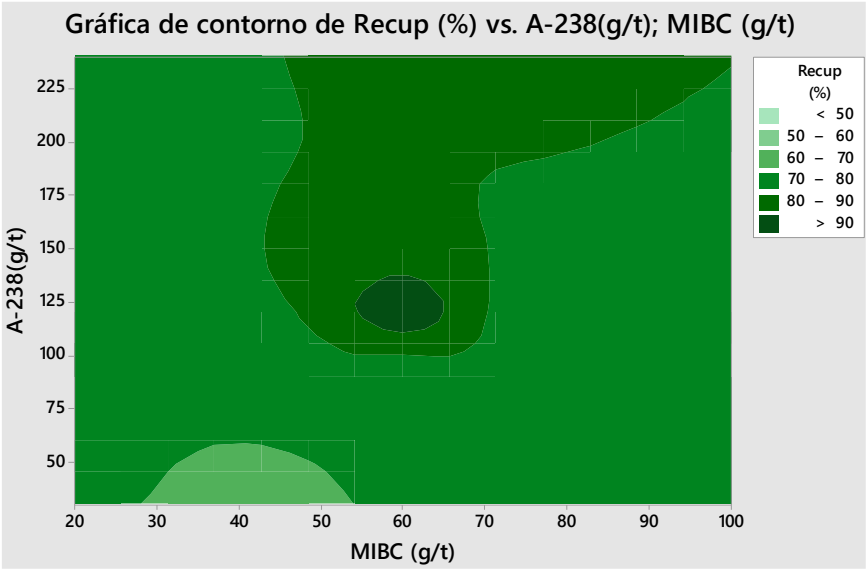


Figura 19 Área de recuperación de oro en función de MIBC y A-238

En la figura 19 el MIBC entre 55 a 64 g/t y A-328 112,5 a 137,5 g/t la recuperación es superior a 90% de oro, y superior a 112,5 g/t de A-238 y superior a 42 g/t de MIBC la recuperación estaría entre 80% a 90% de recuperación.

CAPITULO V

DISCUSIONES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusiones.

En el proceso de tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la planta GEZA minerales ASIS – 2019, realizado en el laboratorio de la planta en la rinconada se tiene los siguientes:

El mineral tiene una densidad de 2,81 g/cm^3 el mineral es de origen metamórficas las leyes del mineral está en promedio de 6 a 8 gramos por tonelada, para las pruebas se realizaron con una densidad de pulpa de 1,26 g/cm^3 (33,38%), se usaron Z-6, A-3418 y A-238 como colector, D250 y MIBC como colector.

Se realizaron molienda, acondicionamiento, flotación raugher, acordonamiento del relave y flotación scavenger todos se productos obtenidos se secaron y se enviaron al laboratorio para el análisis respectivo.

Durante las pruebas experimentales se realizaron 21 pruebas de las cuales las más importantes tenemos la prueba 14 con una liberación del 61,75% pasante a la m-200 para una cabeza de 8,47 g/t Au, se tiene una calidad de 32,763 g/t de oro con una recuperación del 95,10% y en el relave del orden de 0,55 g/t oro, el tiempo de acordonamiento y flotación es en promedio de 25 minutos, con pH de 6,5, 150 g/t de Z-6, 120 g/t de A-238 y 80 g/t de MIBC.

En la prueba 15 con una liberación del 78,09% pasante a la m-200, para una cabeza de 3,65 g/t de Au, se tiene una calidad de 11,566 g/t de oro con una recuperación del 96,19% y en el relave del orden de 0,20 g/t oro, el tiempo de acordonamiento y flotación es en promedio de 25 minutos, con pH de 6,5, 150 g/t de Z-6, 120 g/t de A-238 y 60 g/t de MIBC.

En la prueba 17 con una liberación del 61,75% pasante a la m-200, para una cabeza de 2,636 g/t se tiene una calidad de 10,264 g/t de oro con una recuperación del 97,15% y en el

relave del orden de 0,10 g/t oro, el tiempo de acordonamiento y flotación es en promedio de 24 minutos, con pH de 8,5, 140 g/t de Z-6, 120 g/t de A-238 y 60 g/t de MIBC.

La liberación de orden de 61,9% -200m supera una recuperación del 90%, con una calidad de 36 g/t Au, la relación de tiempo de flotación y liberación entre 23,5 a 26 minutos y 76,5 a 82% -200m la recuperación supera el 90%, con una calidad de 30 a 35 g/t de Au. En un periodo de 19 minutos es superior al 80% de la recuperación, con una calidad de 36 g/t de Au.

El efecto del colector Z-6 a medida que se aumenta crece la recuperación, mientras que la calidad tiene 35 g/t Au cuando se 100 g/t de Z-6. Para tener una calidad de concentrado aurífero entre 25 a 30 g/t de Au se tiene una dosificación ente 37,5 a 42 g/t de MIBC y 128 a 132 g/t Z-6. para una recuperación superior al 90% se debe mantener en el MIBC entre 52 a 68 g/t y Z-6 138 a 150 g/t.

El colector A-238 con una dosificación de 118 g/t la recuperación es del 95%, con una calidad de 30 a 38 g/t Au, con una dosificación de 88 a 118 g/t de A-238. Cuando el espumante este entre 60 a 80 g/t, la recuperación será superior al 90%, con una calidad de entre 30 a 36 g/t de Au. Para mantener una calidad de concentrado entre 25 a 30 g/t de Au se debe mantener entre 77,5 a 82,5 g/t de MIBC y 115 a 130 g/t A-238. Para que la recuperación sea superior al 90%, se debe mantener entre 55 a 64 g/t de MIBC y 112,5 a 137,5 de A-238.

Por otra parte otros investigadores llegarno a los siguientes. La asociación de los minerales de “As y Au está en nanopartículas dentro de la matriz de dicho sulfuro y es posible que el oro este asociado al silicatos en las colas” (Puente, 2018). Para una recuperación adecuado es necesario ver la asociación del minerales de interes para su liberación. Respecot a “la flotabilidad de oro grueso se logra en celda flash, en un pH básicos, se obtenidas en la flotación oro mayor a 150µ” (Naranjo, 2012). En este caso es necesario que las condiciones deben de tener la turbulencia una estabilidad de adsorción alto del colector y alto consistencia de estabilidad del espumante.

En una flotación secuencial primero la “preconcentración seguido de la flotación a 66% -200m, se logran una recuperación de Au 92.69%, pero para la Ag similares al proceso de flotación convencional” (Palomino & Ramos, 2008)**.** En un proceso secuencial respecto a la **“**flotación seleccionada con Z-6 a 78,43 g/t se recupera el 97,65% con una calidad de concentrado de 14,2 g/tc de aA” (Gutierrez L. , 2017)**.** Respecto a la recupera por flotación es necesario eliminar el oro grueso de lo contrario en la flotación no tiene la posibilidad de recuperar porque no supera la hidrodinámica.

Dentro de los factores que intervienen en la recuperación el “tipo de colector secundario no influye en la recuperación de oro, mientras que, sí existe influencia del porcentaje de sólidos en el porcentaje de recuperación” (Romero, Romero, & Redrovan, 2019). La efectividad de los espumantes frente a los minerales tiene ver con las condiciones de mineralogía, liberación, etc., para que puedan ser elegidos. La flotación de minerales “grueso con amarres la cinética de flotabilidad es muy lenta, y con la remolienda y acondicionando se incrementa las recuperaciones en 2%” (Vílchez, Medina, & Coronel, 2011). La asociación de los minerales sulfurados con los óxidos en la flotación se comporta como hidrofóbicos y a hidrofílicos por lo tanto tiene una posibilidad de 50% de flotar y de irse con el relave.

5.2. Conclusiones.

En la investigación desarrollada sobre el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, se llega las siguientes conclusiones:

Con un tratamiento de los minerales metamórficas sobre la liberación del mineral, tiempo de acondicionamiento y flotación, dosificación de colectores (Z-6, A-238) y espumante MIBC tiene una influencia en la calidad y la recuperación del oro en la flotación de los minerales periticas auríferos dentro de las perspectivas tratadas.

La liberación del mineral tiene una influencia en la calidad y recuperación. Por otra parte, el tiempo de acondicionamiento y flotación influye en la calidad debe ser mejor tiempo y en la recuperación mayor tiempo. En la dosificación de los colectores Z-6 y A-238 y espumantes MIBC se debe tener tiene una dosificación intermedia para tener una calidad del concentrado si de adiciona por debajo de lo requerido no de recupera y si se excede la calidad baja, en cuanto a la recuperación a mayor dosificación incrementa la recuperación, pero la calidad decrece.

Con una liberación del 61,75% pasante a la -200m, para una cabeza de 8,47 g/t Au, con un tiempo de acordonamiento y flotación de 25 minutos, a un pH de 6,5 y una dosificación de 150 g/t de Z-6, 120 g/t de A-238 y 80 g/t de MIBC se obtuvo una concentración de pirita aurífera de calidad de 32,763 g/t de oro con una recuperación del 95,10% y desplazamiento en el relave del orden de 0,55 g/t oro.

Para una liberación del 78,09% pasante a la -200m, para una cabeza de 3,65 g/t de Au, con un tiempo de acordonamiento y flotación de 25 minutos, a un pH de 6,5 y una dosificación de 150 g/t de Z-6, 120 g/t de A-238 y 60 g/t MIBC se obtuvo una concentración de pirita aurífera de calidad de 11,566 g/t de oro con una recuperación del 96,19% y desplazamiento en el relave del orden de 0,20 g/t oro.

Para una liberación del 61,75% pasante a la -200m, para una cabeza de 2,636 g/t de Au, con un tiempo de acordonamiento y flotación de 24 minutos, a un pH de 8,5 y una dosificación de 140 g/t de Z-6, 120 g/t de A-238 y 60 g/t MIBC se obtuvo una concentración de pirita aurífera de calidad de 10,264 g/t de oro con una recuperación del 97,15% y desplazamiento en el relave del orden de 0,10 g/t oro.

Con una liberación del 61,9% -200m se obtiene una calidad de 36 g/t de Au, con una recuperación del 90%. Mientras que en un periodo de tiempo de acondicionamiento y flotación entre 23,5 a 26 minutos y 76,5 a 82% -200m se tiene una recuperación del 90% con una calidad de 30 a 35 g/t Au.

Para una dosificación de colectores y espumantes entre 52 a 68 g/t de MIBC y 138 a 150 g/t de Z-6, la calidad de 25 a 30 g/t con una recuperación superior del 90%. Mientras que se dosifica entre 55 a 64 g/t de MIBC y 112,5 a 137,5 de A-238 se tendrá una recuperación entre 90% de oro, con una calidad entre 25 a 30 g/t de Au.

La calidad está dentro de lo esperado para nuestro propósito con una recuperación optima con un pH natural del mineral y con el uso de los reactivos comunes empleados en todo proceso con una liberación de mineral intermedia razonable.

5.3. Recomendaciones.

En el trabajo de investigación respecto al tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019, se tiene las siguientes recomendaciones.

Para tener una calidad y recuperación adecuado a los intereses es necesario realizar un blending del mineral para tener un control más real que permita tener un análisis más adecuado. Se debe realizar más pruebas para tener más información y tomar decisiones más certezas para así obtener una información más real.

Realizar pruebas mediante el diseño factorial para ver la relación que existe entre las variables en estudio.

Realizar pruebas con otros colectores y espumantes para mejorar la recuperación de los minerales gruesos que existe.

Realizar estudios mineralógicos para ver la mineralogía y a que malla se debe liberar para su liberación del oro.

CAPÍTULO V
FUENTES DE INFORMACION

5.1. Fuentes Bibliográficas.

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

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

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

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

Cardoso, G. (2000). Recuperación de oro de soluciones diluidas con carbón activado. *Optar el título profesional de ingeniero metalurgista.* Universidad nacional de ingeniería, Lima. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12044

Carrasco, S. (2005). *Metodologia de la investigación cientifica* . Lima: San marcos.

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

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

Fernández, R., Castillo, E., Aja, M., Rey, M., & García, F. (2006). *Aspectos industriales de la producción de carbón activado y sus aplicaciones en la mitigación ambiental.* Obtenido de Docplayer: https://docplayer.es/27374334-Aspectos-industriales-de-la-produccion-de-carbon-activado-y-sus-aplicaciones-en-la-mitigacion-ambiental.html

Guerrero, M. (2011). *Cinética flotación en procesos metalúrgicos de remolienda de mixtos.*

Gutierrez, ,. E. (2013). Preparación de carbón activado a partir de la semilla de Spondias purpurea (ciruela) con capacidad de adsorcion de cromo (III) y cromo (VI) en agua de curtido. *Titulo profesional.* Universidad nacional de trujillo, Trujillo.

Gutierrez, L. (2017). Estudio del tratamiento de minerales sulfurados auríferos mediante procesos secuenciales de flotación, lixiviación alcalina, biolixiviación y cianuración para la recuperación de oro. *Título Profesional de Ingeniero Químico.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6616/Gutierrez_fl.pdf?sequence=1

Hidalgo, N., D. A., Bazán, V., & Sarquís, P. (2015). Avances en la recuperación de oro y plata mediante flotación en escorias de procesamiento de menas de oro . 686-687.

Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. (2019). *Historia* . Obtenido de Instituto de Ingenieros de Minas del Perú: http://www.iimp.org.pe/mineria-en-el-peru/historia

Jiménez, M., & Prieto, J. (2011). Determinar el rendimiento de recuperación de oro y plata, aplicando un proceso combinado de flotación y cianuración a los relaves provenientes de las plantas de tratamiento gravimétrico del condominio sur nambija. *Titulo ingeniero químico.* Universidad tecnica particular de loja, Loja. Obtenido de http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/643/3/TESIS%20MARISOL%20Y%20JANINA.pdf

Mas, M., Aguirre, F., & Amaya, G. (2005). Evaluación de los Procesos de Lixiviación por Agitación Convencional y Carbón en Pulpa en la Hidrometalurgia del Oro. *Información Tecnológica*, 27-33. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642005000500006

Merino, J., & Bobadillo, P. (2005). Influencia del tiempo de residencia y peso de carbón activado por volumen de solución pregnant sobre la recuperación de oro en el proceso de carbón en pulpa del mineral de la CIA. Aurífera Huaylillas S.A.C. *Ingeniero metalurgista.* Universidad nacional de trujillo, Trujillo. Obtenido de http://cip-trujillo.org/ovcipcdll/uploads/biblioteca/abstract/T004161.pdf

Misari, F., & Franco, J. (1993). *Metalurgia del oro.* Lima: Centro de Estudios y Promoción en Ciencias de la Tierra.

Naranjo, D. (2012). Flotación directa de oro nativo grueso, como substituto de la amalgamación tradicional. *Ingeniero Químico.* Universidad Nacional de colombia, Medellín. Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/7226/1/43469333.2012.pdf

Navarro, P., & Vargas, C. (2009). Efecto de las propiedades físicas del carbón activado en la adsorción de oro desde medio cianuro. *Revista de metalurgia*, 238-239.

Palomino, A., & Ramos, O. (2008). evaluación en la recuperación del oro y plata a partir de minerales sulfurados en una matriz de cuarzo: Minera Koricolqui. *Ttulo profesional de Ingeniero Metalúrgico.* Univesidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de https://www.u-cursos.cl/usuario/8dca1be23e3a61d95b6b3560d770e69d/mi_blog/r/Evaluacion_en_la_recuperacion_del_oro_y_plata_a_partir.pdf

Puente, J. (2018). Identificación de oro “invisible” en piritas auríferas mediante la caracterización de zonaciones asociadas a arsénico en solución sólida. *Grado de maestro.* Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí,. Obtenido de http://ciep.ing.uaslp.mx/tesis/tesisPDF/20320189992.pdf

Romero, H., Romero, D., & Redrovan, F. (2019). Efecto de la variación de los colectores Z6, 404 y 1208 en la flotación a granel de pirita y arsenopirita aurífera. *Boliviana de Química*, 81.

Salazar, N. (2016). Estudio comparativo de la adsorción de oro mediante carbón activado empleando soluciones lixiviadas con cianuro y tiourea en FRANROMEC S.A. *Titulo de ingeniero químico.* Universidad tecnica de machala, Machala. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7738

Saravia, M. (2013). Recuperación de oro de filtros de carbón activado en la empresa exportadores bolivianos S.R.L. *título licenciatura en quimica industrial.* Universidad mayor de san andres, La paz. Obtenido de https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12147/TD-1331-Saravia%20Choque%2C%20Mayra%20Cyntia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

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

Vargas, C., Navarro, P., Araya, E., Pávez, F., & Alguacil, F. (2006). Recuperación de oro a partir de disoluciones de amoniaco y tiosulfato utilizando carbón activado. *Revista de metalurgia*, 232. Obtenido de http://digital.csic.es/bitstream/10261/2125/1/22.pdf

Vargas, J. (1995). *Metalurgia del Oro y la Plata.* Lima: San marcos.

Varillas, J. (2014). Uso de la resina aurix®100 para optimizar la recuperación del oro de la solución cianurante de la planta de beneficio Laytaruma. *Optar el título profesional de ingeniero metalurgista y de materiales.* Universidad nacional del centro del perú, Huancayo. Obtenido de /http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/585/TIMM_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vílchez, D., Medina, A., & Coronel, C. (2011). Remolienda de mixtos de Zinc. *Revistas de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 6.

Villalba, P. (2009). Flotacion de piritas auriferas empleando una mezcla de tritiocarbonatos y xantato isobutilico de sodio como colectores para un mineral de la zona de Huampar

Lima. *Ingeniero metalurgista y materiales.* Universidad Nacional del Centro del Perú, Lima.

wikipedia. (17 de 04 de 2020). *Froth_flotation*. Obtenido de Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Froth_flotation

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

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

Zapata, J. (2013). Análisis de plata y recuperación por adsorción sobre carbón activo en mineral de característica arcillosa de la localidad de Patacamaya. *Titulo académico de licenciatura en química industrial.* Universidad mayor de san andres, La paz. Obtenido de https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/11570/EG-1316-Zapata%20Laura%2c%20Jose%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia general

Titulo	Problema Generales	Objetivos General	Hipótesis General	Variable Independiente	Indicadores
TRATAMIENTO DE MINERALES METAMÓRFICAS PARA LA FLOTACIÓN DE MENAS AURÍFEROS A NIVEL EXPERIMENTAL EN LA PLANTA GEZA MINERALES ASIS - 2019	- ¿Sera posible el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS - 2019?	- Analizar el tratamiento de minerales metamórficas para la flotación de menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019.	- Con una caracterización adecuada y su tratamiento de minerales metamórficas, permitirá una flotación optima de las menas auríferos a nivel experimental en la Planta Geza Minerales ASIS – 2019	Tratamiento de minerales metamórficas	- Liberación de minerales. - Tiempo de flotación - Dosificación de reactivos

Anexo 2 Matriz de consistencia especifico

Titulo	Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Depend.	Indicad.
TRATAMIENTO DE MINERALES METAMÓRFICAS PARA LA FLOTACIÓN DE MENAS AURÍFEROS A NIVEL EXPERIMENTAL EN LA PLANTA GEZA MINERALES ASIS	- ¿Tendrá efecto la liberación de minerales metamórficos, para tener un concentrado óptimo de pirita aurífera y oro libre? - ¿En qué medida el tiempo de acondicionamiento y flotación permitirá obtener una recuperación adecuado de oro? - ¿Tendrá influencia la dosificación de colectores y depresores para obtener con concentrado de calidad y una recuperación óptima de oro?	- Evaluar el efecto de la liberación de minerales metamórficos, para el concentrado óptimo de pirita aurífera y oro libre. - Evaluar el tiempo de acondicionamiento y flotación que permitirá obtener una recuperación adecuado de oro. - Evaluar la influencia de la dosificación de colectores y espumante para obtener con concentrado de calidad y una recuperación óptima de oro.	- Encontrando una grada de liberación adecuada de minerales metamórficos, nos permitirá obtener un concentrado óptimo de pirita aurífera y oro libre. - Con un tiempo prudencial de acondicionamiento y flotación nos permitirá obtener una recuperación adecuado de oro. - Con una dosificación dentro los márgenes necesarios los colectores y espumante, nos permitirá obtener un concentrado de calidad y una recuperación óptima de oro.	Flotación de menas auríferos	- Concentración de oro -Recuperación.

Anexo 3 Instrumentos para la toma de datos

	Ley y peso		**Recuperación**		
	g	**Au g/t**	**Au g**	**% Recup**	**Rc**
Cabeza					
Conc					
Relave					
Cab. Calc.					

N°	**%-200m**	**Calidad(g/t)**	**Recuperación (%)**	**Relave(g/t)**
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				

ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda								
Acondicionamiento 1								
Rougher								
Acondicionamiento 2								
Scavengher								

Anexo 4 Condiciones de pruebas experimentales de flotación

		FAJA 07-05-2019			PRUEBA	4		
					0,028	0,03	0,02	0,015
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		81,39						
Acondicionamiento 1	5		6,5	8		3		
Rougher	5						2	
Acondicionamiento 2	3			4				
Scavenger	6						1	
	19	81,39	6,5	12	0	3	3	0
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		81,39						
Acondicionamiento 1	5		6,5	80		90		
Rougher	5						40	0
Acondicionamiento 2	3			40				
Scavenger	6					0	20	
Total	19	81,39	6,5	120	0	90	60	0

		COMPOSITO 40 MINUTOS 07-05-2019			PRUEBA	5		
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		70,4						
Acondicionamiento 1	8		6,5	7		2		
Rougher	4						1	1
Acondicionamiento 2	6			2				
Scavenger	3							
	21	0	6,5	9	0	2	1	1
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		70,4						
Acondicionamiento 1	8		6,5	70		60		
Rougher	4						20	30
Acondicionamiento 2	6			20				
Scavenger	3					0	0	
Total	21	70,4	6,5	90	0	60	20	30

		FAJA 09-05-2019			PRUEBA	10		
					0,028	0,03	0,02	0,015
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		81,34						
Acondicionamiento 1	6		6,5	8		3		
Rougher	5						2	
Acondicionamiento 2	4			5				
Scavengher	6						1	
	21	81,34	6,5	13	0	3	3	0
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		81,34						
Acondicionamiento 1	6		6,5	80		90		
Rougher	5						40	0
Acondicionamiento 2	4			50				
Scavengher	6					0	20	
Total	21	81,34	6,5	130	0	90	60	0

		COMPOSITO 40 MINUTOS 09-05-2019			PRUEBA	8		
					0,028	0,03	0,02	0,015
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		70,4						
Acondicionamiento 1	10		6,5	8		3		
Rougher	5						1	1
Acondicionamiento 2	7			3				
Scavengher	5						1	
	27	0	6,5	11	0	3	2	1
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		70,4						
Acondicionamiento 1	10		6,5	80		90		
Rougher	5						20	15
Acondicionamiento 2	7			30				
Scavengher	5					0	20	
Total	27	70,4	6,5	110	0	90	40	15

		FAJA 09-05-2019			PRUEBA	11		
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		81,34						
Acondicionamiento 1	7		5,5	8		2		
Rougher	5						1	1
Acondicionamiento 2	4			5		1		
Scavengher	5						1	
	21	81,34	5,5	13	0	3	2	1
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		81,34						
Acondicionamiento 1	7		5,5	80		60		
Rougher	5						20	30
Acondicionamiento 2	4			50				
Scavengher	5					30	20	
Total	21	81,34	5,5	130	0	90	40	30

		COMPOSITO 40 MINUTOS 09-05-2019			PRUEBA	9		
					0,028	0,03	0,02	0,015
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		70,4						
Acondicionamiento 1	9		6,5	8		3		
Rougher	5						2	0
Acondicionamiento 2	6			3				
Scavengher	5						1	
	25	0	6,5	11	0	3	3	0
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		70,4						
Acondicionamiento 1	9		6,5	80		90		
Rougher	5						40	0
Acondicionamiento 2	6			30				
Scavengher	5					0	20	
Total	25	70,4	6,5	110	0	90	60	0

	COMPOSITO 30 MINUTOS 10-05-2019					PRUEBA	12	
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	5		6,5	8		2		
Rougher	5						2	0
Acondicionamiento 2	4			3		1		
Scavengher	5						1	
	19	0	6,5	11	0	3	3	0
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	5		6,5	80		60		
Rougher	5						40	0
Acondicionamiento 2	4			30				
Scavengher	5						30	20
Total	19	61,75	6,5	110	0	90	60	0

	COMPOSITO 40 MINUTOS 10-05-2019					PRUEBA	13	
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICAC	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		78,09						
Acondicionam	7		6,5	7		1		
Rougher	5						2	0
Acondicionam	4			3		0		
Scavengher	3						0	
ESPECIFICAC	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		78,09						
Acondicionam	7		6,5	70		30		
Rougher	5						40	0
Acondicionam	4			30				
Scavengher	3					0	0	
Total	19	78,09	6,5	100	0	30	40	0

	COMPOSITO 30 MINUTOS 11-05-2019					PRUEBA	14	
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	8		6,5	9		2		
Rougher	6						2	0
Acondicionamiento 2	5			6		2		
Scavengher	6						2	
	25	0	6,5	15	0	4	4	0
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	8		6,5	90		60		
Rougher	6						40	0
Acondicionamiento 2	5			60				
Scavengher	6					60	40	
Total	25	61,75	6,5	150	0	120	80	0

	COMPOSITO 40 MINUTOS 11-05-2019					PRUEBA	15	
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICAC	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		78,09						
Acondicionam	8		6,5	9		2		
Rougher	6						2	0
Acondicionam	5			6		2		
Scavengher	6						1	
ESPECIFICAC	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		78,09						
Acondicionam	8		6,5	90		60		
Rougher	6						40	0
Acondicionam	5			60				
Scavengher	6					60	20	
Total	25	78,09	6,5	150	0	120	60	0

	COMPOSITO 30 MINUTOS 11-05-2019					PRUEBA	16	
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	8		6,5	9		2		
Rougher	6						2	0
Acondicionamiento 2	4			6		2		
Scavengher	7						2	
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	8		6,5	90		60		
Rougher	6						40	0
Acondicionamiento 2	4			60				
Scavengher	7					60	40	
Total	25	61,75	6,5	150	0	120	80	0

	COMPOSITO 40 MINUTOS 11-05-2019					PRUEBA	17	
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICAC	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		61,75						
Acondicionam	8		8,5	8		2		
Rougher	6						2	0
Acondicionam	4			6		2		
Scavengher	6						1	
ESPECIFICAC	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		61,75						
Acondicionam	8		8,5	80		60		
Rougher	6						40	0
Acondicionam	4			60				
Scavengher	6					60	20	
Total	24	61,75	8,5	140	0	120	60	0

	COMPOSITO 30 MINUTOS 12-05-2019					PRUEBA	18	
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	5		6,5	9		3		
Rougher	5						2	0
Acondicionamiento 2	4			4		2		
Scavenger	6						3	
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	5		6,5	90		90		
Rougher	5						40	0
Acondicionamiento 2	4			40				
Scavenger	6					60	60	
Total	20	61,75	6,5	130	0	150	100	0

	COMPOSITO 40 MINUTOS 12-05-2019					PRUEBA	19	
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICAC	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		78,09						
Acondicionam	5		6,5	9		3		
Rougher	5						2	0
Acondicionam	4			4		3		
Scavenger	5						3	
ESPECIFICAC	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		78,09						
Acondicionam	5		6,5	90		90		
Rougher	5						40	0
Acondicionam	4			40				
Scavenger	5					90	60	
Total	19	78,09	6,5	130	0	180	100	0

	COMPOSITO 30 MINUTOS 12-05-2019					PRUEBA	20	
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	6		8,5	10		4		
Rougher	6						2	0
Acondicionamiento 2	5			5		4		
Scavenger	6						2	
ESPECIFICACION	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		61,75						
Acondicionamiento 1	6		8,5	100		120		
Rougher	6						40	0
Acondicionamiento 2	5			50				
Scavenger	6					120	40	
Total	23	61,75	8,5	150	0	240	80	0

	COMPOSITO 30 MINUTOS 12-05-2019					PRUEBA	21	
					0,028	0,03	0,02	0,03
ESPECIFICAC	TIEMPO	%-200M	pH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			mL	gotas	gotas	gotas	gotas
Molienda		78,09						
Acondicionam	6		8	10		4		
Rougher	6						2	0
Acondicionam	5			5		4		
Scavenger	6						2	
ESPECIFICAC	TIEMPO	%-200M	PH	Z-6	A-3418	A-238	MIBC	D-250
	Minutos			g/TM	g/TM	g/TM	g/TM	g/TM
Molienda		78,09						
Acondicionam	6		8	100		120		
Rougher	6						40	0
Acondicionam	5			50				
Scavenger	6					120	40	
Total	23	78,09	8	150	0	240	80	0

Anexo 5 Resumen de las condiciones de pruebas experimentales de flotación

N°	t(min) Acond y Flot	%-200m	pH	Z-6 (g/t)	A-3418 (g/t)	A-238(g/t)	MIBC (g/t)	D-250 (g/t)
1								
2								
3								
4	19	81,39	6,5	120,12	0	90	60	0
5	21	70,4	6,5	90,09	0	60	20	30
6								
7								
8	27	70,4	6,5	110,11	0	90	40	15
9	25	70,4	6,5	110,11	0	90	60	0
10	21	81,34	6,5	130,13	0	90	60	0
11	21	81,34	5,5	130,13	0	90	40	30
12	19	61,75	6,5	110,11	0	90	60	0
13	19	78,09	6,5	100,1	0	30	40	0
14	25	61,75	6,5	150,15	0	120	80	0
15	25	78,09	6,5	150,15	0	120	60	0
16	25	61,75	6,5	150,15	0	120	80	0
17	24	61,75	8,5	140,14	0	120	60	0
18	20	61,75	6,5	130,13	0	150	100	0
19	19	78,09	6,5	130,13	0	180	100	0
20	23	61,75	8,5	150,15	0	240	80	0
21	23	78,09	8	150,15	0	240	80	0

Anexo 6 Balance metalúrgico de las pruebas experimentales

	2,68				
	PRIMERA PRUEBA FLOTACIÓN				
	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1300,26	1,851	0,002407	100,00	
Conc. Ro	117,55	3,250	0,000382	15,87	11,06
Conc. Sv	135,64	4,700	0,000638	26,49	9,59
Relave	1047,06	1,700	0,001780	73,96	
Cab. Calc.	1300,26	2,153	0,002800	116,32	

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1300,26	2,15	0,002800	100,00	
Conc. Ro	117,55	3,250	0,000382	13,65	11,06
Conc. Sv	135,64	4,700	0,000638	22,77	9,59
Relave	1047,06	1,700	0,001780	63,58	
Cab. Calc.	1300,26	2,153	0,002800	100,00	

1		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1300,26	2,153	0,002800	100,00	
	Conc	253,20	4,027	0,001020	36,42	5,14
	Relave	1047,06	1,700	0,001780	63,58	
	Cab. Calc.	1300,26	2,153	0,002800	100	

	2,68		82,64% -200m		
	PRUEBA FLOTACIÓN		pH 9	08/05/2019	
	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	1,851	0,001851	100,00	
Conc. Ro	276,69	5,000	0,001383	74,74	3,61
Conc. Sv	104,31	4,450	0,000464	25,08	9,59
Relave	619,00	0,450	0,000279	15,05	
Cab. Calc.	1000,00	2,126	0,002126	114,87	

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	2,13	0,002126	100,00	
Conc. Ro	276,69	5,000	0,001383	65,07	3,61
Conc. Sv	104,31	4,450	0,000464	21,83	9,59
Relave	619,00	0,450	0,000279	13,10	
Cab. Calc.	1000,00	2,126	0,002126	100,00	

7		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	2,126	0,002126	100,00	
	Conc	381,00	4,849	0,001848	86,90	2,62
	Relave	619,00	0,450	0,000279	13,10	
	Cab. Calc.	1000,00	2,126	0,002126	100	

2,68

SEGUNDA PRUEBA FLOTACIÓN

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1938,52	1,851	0,003588	149,09	
Conc. Ro	104,14	3,900	0,000406	11,32	18,61
Conc. Sv	237,97	4,400	0,001047	29,18	8,15
Relave	1596,40	1,500	0,002395	66,74	
Cab. Calc.	1938,52	1,985	0,003848	107,24	

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1938,52	1,98	0,003848	100,00	
Conc. Ro	104,14	3,900	0,000406	10,56	18,61
Conc. Sv	237,97	4,400	0,001047	27,21	8,15
Relave	1596,40	1,500	0,002395	62,23	
Cab. Calc.	1938,52	1,985	0,003848	100,00	

		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1938,52	1,98	0,003848	137,44	
2	Conc	342,12	4,248	0,001453	37,77	5,67
	Relave	1596,40	1,500	0,002395	62,23	
	Cab. Calc.	1938,52	1,985	0,003848	100	

2,68 1P

PRUEBA FLOTACIÓN 40 NIMUTOS 70.4% -200M pH 6,5 09/05/2019

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	1,851	0,001851	100,00	
Conc. Ro	66,38	23,150	0,001537	83,02	15,06
Conc. Sv	44,64	19,050	0,000850	45,95	22,40
Relave	888,97	2,200	0,001956	105,66	
Cab. Calc.	1000,00	4,343	0,004343	234,63	

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	4,34	0,004343	100,00	
Conc. Ro	66,38	23,150	0,001537	35,39	15,06
Conc. Sv	44,64	19,050	0,000850	19,58	22,40
Relave	888,97	2,200	0,001956	45,03	
Cab. Calc.	1000,00	4,343	0,004343	100,00	

		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	4,343	0,004343	204,26	
8	Conc	111,03	21,501	0,002387	54,97	9,01
	Relave	888,97	2,200	0,001956	45,03	
	Cab. Calc.	1000,00	4,343	0,004343	100	

2,68

TERCERA PRUEBA FLOTACIÓN

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1468,39	1,851	0,002718	0,15	
Conc. Ro	100,55	5,100	0,000513	18,87	14,60
Conc. Sv	132,58	3,300	0,000438	16,10	11,08
Relave	1235,25	1,100	0,001359	49,99	
Cab. Calc.	1468,39	1,573	0,002309	84,96	

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1468,39	1,57	0,002309	100,00	
Conc. Ro	100,55	5,100	0,000513	22,21	14,60
Conc. Sv	132,58	3,300	0,000438	18,95	11,08
Relave	1235,25	1,100	0,001359	58,84	
Cab. Calc.	1468,39	1,573	0,002309	100,00	

		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1468,39	1,57	0,002309	0,11	
3	Conc	233,13	4,076	0,000950	41,16	6,30
	Relave	1235,25	1,100	0,001359	58,84	
	Cab. Calc.	1468,39	1,573	0,002309	100	

2,68 2P

PRUEBA FLOTACIÓN 40 NIMUTOS 70.4% -200M pH 6,5 09/05/2019

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	1,851	0,001851	100,00	
Conc. Ro	66,78	15,050	0,001005	54,30	14,97
Conc. Sv	46,73	8,400	0,000393	21,21	21,40
Relave	886,48	1,350	0,001197	64,65	
Cab. Calc.	1000,00	2,594	0,002594	140,16	

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	2,59	0,002594	100,00	
Conc. Ro	66,78	15,050	0,001005	38,74	14,97
Conc. Sv	46,73	8,400	0,000393	15,13	21,40
Relave	886,48	1,350	0,001197	46,13	
Cab. Calc.	1000,00	2,594	0,002594	100,00	

		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	2,594	0,002594	122,02	
9	Conc	113,52	12,312	0,001398	53,87	8,81
	Relave	886,48	1,350	0,001197	46,13	
	Cab. Calc.	1000,00	2,594	0,002594	100	

2,68

CUARTA PRUEBA FLOTACIÓN FAJA

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	9,800	0,009800	100,00	
Conc. Ro	64,66	15,250	0,000986	10,06	15,47
Conc. Sv	115,56	9,850	0,001138	11,61	8,65
Relave	819,78	0,400	0,000328	3,35	
Cab. Calc.	1000,00	2,452	0,002452	25,02	

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	2,45	0,002452	100,00	
Conc. Ro	64,66	15,250	0,000986	40,21	15,47
Conc. Sv	115,56	9,850	0,001138	46,42	8,65
Relave	819,78	0,400	0,000328	13,37	
Cab. Calc.	1000,00	2,452	0,002452	100,00	

		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	2,45	0,002452	100,00	
4	Conc	180,22	11,787	0,002124	86,63	5,55
	Relave	819,78	0,400	0,000328	13,37	
	Cab. Calc.	1000,00	2,452	0,002452	100	

2,68

PRUEBA FLOTACIÓN 72 NIMUTOS 81,34% -200M 3P pH 6 09/05/2019

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	9,800	0,009800	529,44	
Conc. Ro	96,63	19,350	0,001870	19,08	10,35
Conc. Sv	57,07	19,750	0,001127	11,50	17,52
Relave	846,29	2,000	0,001693	17,27	
Cab. Calc.	1000,00	4,690	0,004690	47,85	

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	4,69	0,004690	100,00	
Conc. Ro	96,63	19,350	0,001870	39,87	10,35
Conc. Sv	57,07	19,750	0,001127	24,04	17,52
Relave	846,29	2,000	0,001693	36,09	
Cab. Calc.	1000,00	4,690	0,004690	100,00	

		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	4,690	0,004690	220,57	
10	Conc	153,71	19,499	0,002997	63,91	6,51
	Relave	846,29	2,000	0,001693	36,09	
	Cab. Calc.	1000,00	4,690	0,004690	100	

2,68

QUINTA PRUEBA FLOTACIÓN 40 MINUTOS

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	1,851	0,001851	100,00	
Conc. Ro	61,22	11,550	0,000707	38,20	16,33
Conc. Sv	57,65	12,200	0,000703	38,00	17,35
Relave	881,13	0,450	0,000397	21,42	
Cab. Calc.	1000,00	1,807	0,001807	97,62	

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	1,81	0,001807	100,00	
Conc. Ro	61,22	11,550	0,000707	39,13	16,33
Conc. Sv	57,65	12,200	0,000703	38,92	17,35
Relave	881,13	0,450	0,000397	21,94	
Cab. Calc.	1000,00	1,807	0,001807	100,00	

		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,807	0,001807	100	
5	Conc	118,87	11,865	0,001410	78,06	8,41
	Relave	881,13	0,450	0,000397	21,94	
	Cab. Calc.	1000,00	1,807	0,001807	100	

2,68

PRUEBA FLOTACIÓN 72 NIMUTOS 81,34% -200M 4P pH 6,5 09/05/2019

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	9,800	0,009800	529,44	
Conc. Ro	77,07	32,000	0,002466	25,17	12,97
Conc. Sv	70,15	19,100	0,001340	13,67	14,25
Relave	852,77	0,650	0,000554	5,66	
Cab. Calc.	1000,00	4,361	0,004361	44,50	

	g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
Cabeza	1000,00	4,36	0,004361	100,00	
Conc. Ro	77,07	32,000	0,002466	56,56	12,97
Conc. Sv	70,15	19,100	0,001340	30,73	14,25
Relave	852,77	0,650	0,000554	12,71	
Cab. Calc.	1000,00	4,361	0,004361	100,00	

		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	4,361	0,004361	205,09	
11	Conc	147,23	25,853	0,003806	87,29	6,79
	Relave	852,77	0,650	0,000554	12,71	
	Cab. Calc.	1000,00	4,361	0,004361	100	

		2,68				
		SEXTA PRUEBA FLOTACIÓN			60	MINUTOS
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,851	0,001851	100,00	
	Conc. Ro	64,76	7,150	0,000463	25,02	15,44
	Conc. Sv	43,94	6,600	0,000290	15,67	22,76
	Relave	891,30	0,400	0,000357	19,26	
	Cab. Calc.	1000,00	1,110	0,001110	59,94	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,11	0,001110	100,00	
	Conc. Ro	64,76	7,150	0,000463	41,73	15,44
	Conc. Sv	43,94	6,600	0,000290	26,14	22,76
	Relave	891,30	0,400	0,000357	32,13	
	Cab. Calc.	1000,00	1,110	0,001110	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,11	0,001110	100,00	
6	Conc	108,70	6,928	0,000753	67,87	9,20
	Relave	891,30	0,400	0,000357	32,13	
	Cab. Calc.	1000,00	1,11	0,001110	100	

		2,68	Faja		30	minutos
	PRUEBA FLOTACIÓN 30 NIMUTOS 61,75% -200M			1	pH 6,5	10/05/2019
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,350	0,001350	72,93	
	Conc. Ro	112,93	25,550	0,002885	213,74	8,85
	Conc. Sv	37,46	67,200	0,002518	186,48	26,69
	Relave	849,60	0,600	0,000510	37,76	
	Cab. Calc.	1000,00	5,913	0,005913	437,98	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	5,91	0,005913	100,00	
	Conc. Ro	112,93	25,550	0,002885	48,80	8,85
	Conc. Sv	37,46	67,200	0,002518	42,58	26,69
	Relave	849,60	0,600	0,000510	8,62	
	Cab. Calc.	1000,00	5,913	0,005913	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	5,913	0,005913	278,09	
12	Conc	150,40	35,925	0,005403	91,38	6,65
	Relave	849,60	0,600	0,000510	8,62	
	Cab. Calc.	1000,00	5,913	0,005913	100	

		2,68	Faja	40	minutos	
	PRUEBA FLOTACIÓN 30 NIMUTOS78,09% -200M			2	pH 6,5	10/05/2019
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	4,850	0,004850	262,02	
	Conc. Ro	82,47	16,550	0,001365	28,14	12,13
	Conc. Sv	42,26	16,550	0,000699	14,42	23,66
	Relave	875,26	1,450	0,001269	26,17	
	Cab. Calc.	1000,00	3,334	0,003334	68,73	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	3,33	0,003334	100,00	
	Conc. Ro	82,47	16,550	0,001365	40,95	12,13
	Conc. Sv	42,26	16,550	0,000699	20,98	23,66
	Relave	875,26	1,450	0,001269	38,07	
	Cab. Calc.	1000,00	3,334	0,003334	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	3,334	0,003334	156,78	
13	Conc	124,74	16,550	0,002064	61,928	8,02
	Relave	875,26	1,450	0,001269	38,07	
	Cab. Calc.	1000,00	3,334	0,003334	100	

		2,68	Faja		30	minutos
	PRUEBA FLOTACIÓN 30 NIMUTOS 61,75% -200M			1	pH 6,5	11/05/2019
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,350	0,001350	72,93	
	Conc. Ro	147,16	34,750	0,005114	378,80	6,80
	Conc. Sv	98,70	29,800	0,002941	217,87	10,13
	Relave	754,14	0,550	0,000415	30,72	
	Cab. Calc.	1000,00	8,470	0,008470	627,40	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	8,47	0,008470	100,00	
	Conc. Ro	147,16	34,750	0,005114	60,38	6,80
	Conc. Sv	98,70	29,800	0,002941	34,73	10,13
	Relave	754,14	0,550	0,000415	4,90	
	Cab. Calc.	1000,00	8,470	0,008470	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	8,470	0,008470	398,36	
14	Conc	245,86	32,763	0,008055	95,10	4,07
	Relave	754,14	0,550	0,000415	4,90	
	Cab. Calc.	1000,00	8,470	0,008470	100	

		2,68	Faja	40	minutos	
	PRUEBA FLOTACIÓN 30 NIMUTOS78,09% -200M			2	pH 6,5	10/05/2019
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	4,850	0,004850	262,02	
	Conc. Ro	182,27	6,150	0,001121	23,11	5,49
	Conc. Sv	121,38	19,700	0,002391	49,30	8,24
	Relave	696,35	0,200	0,000139	2,87	
	Cab. Calc.	1000,00	3,651	0,003651	75,29	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	3,65	0,003651	100,00	
	Conc. Ro	182,27	6,150	0,001121	30,70	5,49
	Conc. Sv	121,38	19,700	0,002391	65,49	8,24
	Relave	696,35	0,200	0,000139	3,81	
	Cab. Calc.	1000,00	3,651	0,003651	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	3,651	0,003651	171,74	
15	Conc	303,65	11,566	0,003512	96,186	3,29
	Relave	696,35	0,200	0,000139	3,81	
	Cab. Calc.	1000,00	3,651	0,003651	100	

pH 9		2,68	Faja		30	minutos
	PRUEBA FLOTACIÓN 30 NIMUTOS 61,75% -200M			1	pH 9	11/05/2019
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,350	0,001350	72,93	
	Conc. Ro	113,86	20,350	0,002317	171,63	8,78
	Conc. Sv	101,73	16,100	0,001638	121,32	9,83
	Relave	784,41	6,060	0,004754	352,11	
	Cab. Calc.	1000,00	8,708	0,008708	645,07	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	8,71	0,008708	100,00	
	Conc. Ro	113,86	20,350	0,002317	26,61	8,78
	Conc. Sv	101,73	16,100	0,001638	18,81	9,83
	Relave	784,41	6,060	0,004754	54,59	
	Cab. Calc.	1000,00	8,708	0,008708	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	8,708	0,008708	409,58	
16	Conc	215,59	18,345	0,003955	45,41	4,64
	Relave	784,41	6,060	0,004754	54,59	
	Cab. Calc.	1000,00	8,708	0,008708	100	

		2,68	Faja	40	minutos	
	PRUEBA FLOTACIÓN 30 NIMUTOS78,09% -200M			2	pH8,5	11/05/2019
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	4,850	0,004850	262,02	
	Conc. Ro	165,20	5,450	0,000900	18,56	6,05
	Conc. Sv	84,29	19,700	0,001661	34,24	11,86
	Relave	750,51	0,100	0,000075	1,55	
	Cab. Calc.	1000,00	2,636	0,002636	54,35	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	2,64	0,002636	100,00	
	Conc. Ro	165,20	5,450	0,000900	34,16	6,05
	Conc. Sv	84,29	19,700	0,001661	63,00	11,86
	Relave	750,51	0,100	0,000075	2,85	
	Cab. Calc.	1000,00	2,636	0,002636	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	2,636	0,002636	123,97	
17	Conc	249,49	10,264	0,002561	97,153	4,01
	Relave	750,51	0,100	0,000075	2,85	
	Cab. Calc.	1000,00	2,636	0,002636	100	

		2,68	Faja		30	minutos
	PRUEBA FLOTACIÓN 30 NIMUTOS61,75% -200M			2	pH6,5	12/05/2019
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,350	0,001350	72,93	
	Conc. Ro	111,15	15,600	0,001734	128,44	9,00
	Conc. Sv	108,40	16,500	0,001789	132,49	9,23
	Relave	780,45	1,500	0,001171	86,72	
	Cab. Calc.	1000,00	4,693	0,004693	347,65	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	4,69	0,004693	100,00	
	Conc. Ro	111,15	15,600	0,001734	36,95	9,00
	Conc. Sv	108,40	16,500	0,001789	38,11	9,23
	Relave	780,45	1,500	0,001171	24,94	
	Cab. Calc.	1000,00	4,693	0,004693	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	4,693	0,004693	220,73	
18	Conc	219,55	16,044	0,003523	75,056	4,55
	Relave	780,45	1,500	0,001171	24,94	
	Cab. Calc.	1000,00	4,693	0,004693	100	

		2,68	Faja	40	minutos	
	PRUEBA FLOTACIÓN 30 NIMUTOS78,09% -200M			2	pH6,5	12/05/2019
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	4,850	0,004850	262,02	
	Conc. Ro	126,21	4,860	0,000613	12,65	7,92
	Conc. Sv	144,52	2,500	0,000361	7,45	6,92
	Relave	729,27	0,400	0,000292	6,01	
	Cab. Calc.	1000,00	1,266	0,001266	26,11	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,27	0,001266	100,00	
	Conc. Ro	126,21	4,860	0,000613	48,44	7,92
	Conc. Sv	144,52	2,500	0,000361	28,53	6,92
	Relave	729,27	0,400	0,000292	23,03	
	Cab. Calc.	1000,00	1,266	0,001266	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,266	0,001266	59,56	
19	Conc	270,73	3,600	0,000975	76,965	3,69
	Relave	729,27	0,400	0,000292	23,03	
	Cab. Calc.	1000,00	1,266	0,001266	100	

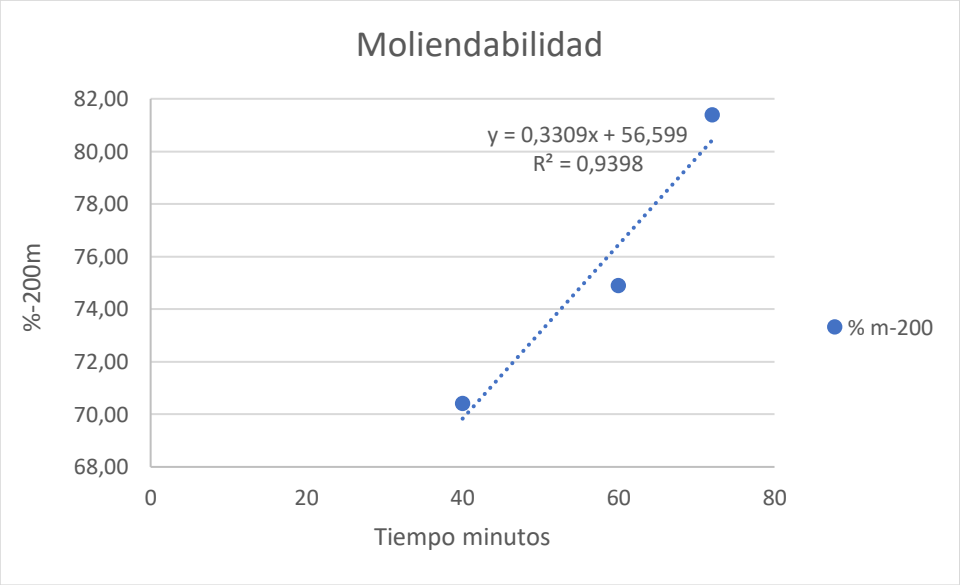
		2,68	Faja	30	minutos	
	PRUEBA FLOTACIÓN 30 NIMUTOS61,75% -200M			2	pH8,5	12/05/2019
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,350	0,001350	0,00	
	Conc. Ro	122,69	14,200	0,001742	129,05	8,15
	Conc. Sv	90,15	4,300	0,000388	28,71	11,09
	Relave	787,16	0,350	0,000276	20,41	
	Cab. Calc.	1000,00	2,405	0,002405	178,17	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	2,41	0,002405	100,00	
	Conc. Ro	122,69	14,200	0,001742	72,43	8,15
	Conc. Sv	90,15	4,300	0,000388	16,12	11,09
	Relave	787,16	0,350	0,000276	11,45	
	Cab. Calc.	1000,00	2,405	0,002405	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	2,405	0,002405	0,00	
20	Conc	212,84	10,007	0,002130	88,546	4,70
	Relave	787,16	0,350	0,000276	11,45	
	Cab. Calc.	1000,00	2,405	0,002405	100	

		2,68	Faja	30	minutos	
	PRUEBA FLOTACIÓN 30 NIMUTOS61,75% -200M			2	pH8,5	12/05/2019
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,350	0,001350	72,93	
	Conc. Ro	122,69	14,200	0,001742	129,05	8,15
	Conc. Sv	90,15	4,300	0,000388	28,71	11,09
	Relave	787,16	0,350	0,000276	20,41	
	Cab. Calc.	1000,00	2,405	0,002405	178,17	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	2,41	0,002405	100,00	
	Conc. Ro	122,69	14,200	0,001742	72,43	8,15
	Conc. Sv	90,15	4,300	0,000388	16,12	11,09
	Relave	787,16	0,350	0,000276	11,45	
	Cab. Calc.	1000,00	2,405	0,002405	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	2,405	0,002405	113,13	
20	Conc	212,84	10,007	0,002130	88,546	4,70
	Relave	787,16	0,350	0,000276	11,45	
	Cab. Calc.	1000,00	2,405	0,002405	100	

		2,68	Faja	40	minutos	
	PRUEBA FLOTACIÓN 30 NIMUTOS78,09% -200M			2	pH8	12/05/2019
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	4,850	0,004850	262,02	
	Conc. Ro	165,20	5,450	0,000900	18,56	6,05
	Conc. Sv	84,29	6,000	0,000506	10,43	11,86
	Relave	750,51	0,350	0,000263	5,42	
	Cab. Calc.	1000,00	1,669	0,001669	34,41	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,67	0,001669	100,00	
	Conc. Ro	165,20	5,450	0,000900	53,95	6,05
	Conc. Sv	84,29	6,000	0,000506	30,31	11,86
	Relave	750,51	0,350	0,000263	15,74	
	Cab. Calc.	1000,00	1,669	0,001669	100,00	
		g	Au g/TM	Au g	% Recup	Rc
	Cabeza	1000,00	1,669	0,001669	78,49	
21	Conc	249,49	5,636	0,001406	84,26	4,01
	Relave	750,51	0,350	0,000263	15,74	
	Cab. Calc.	1000,00	1,669	0,001669	100	

Anexo 7 Resumen de los resultados de las pruebas experimentales

N°	%-200m	Cabeza(g/t)	Calidad (g/t)	Recup (%)	Relave (g/t)	t(min) Acond y Flot	pH	Z-6 (g/t)	A-3418 (g/t)	A-238(g/t)	MIBC (g/t)	D-250 (g/t)
1	82,64	2,15	4,03	36,42	1,70	0	0	0	0	0	0	0
2	82,64	1,98	4,25	37,77	1,50	0	0	0	0	0	0	0
3	82,64	1,57	4,08	41,16	1,10	0	0	0	0	0	0	0
4	81,39	2,45	11,79	86,63	0,40	19	6,5	120,12	0	90	60	0
5	70,41	1,81	11,87	78,06	0,45	21	6,5	90,09	0	60	20	30
6	74,9	1,11	6,93	67,87	0,40	0	0	0	0	0	0	0
7	82,64	2,13	4,85	86,90	0,45	0	0	0	0	0	0	0
8	70,40	4,34	21,50	54,97	2,20	27	6,5	110,11	0	90	40	15
9	70,40	2,59	12,31	53,87	1,35	25	6,5	110,11	0	90	60	0
10	81,34	4,69	19,50	63,91	2,00	21	6,5	130,13	0	90	60	0
11	81,34	4,36	25,85	87,29	0,65	21	5,5	130,13	0	90	40	30
12	61,75	5,91	35,92	91,38	0,60	19	6,5	110,11	0	90	60	0
13	78,09	3,33	16,55	61,93	1,45	19	6,5	100,1	0	30	40	0
14	61,75	8,47	32,76	95,10	0,55	25	6,5	150,15	0	120	80	0
15	78,09	3,65	11,57	96,19	0,20	25	6,5	150,15	0	120	60	0
16	61,75	8,71	18,34	45,41	6,06	25	6,5	150,15	0	120	80	0
17	78,09	2,64	10,26	97,15	0,10	24	8,5	140,14	0	120	60	0
18	61,75	4,69	16,04	75,06	1,50	20	6,5	130,13	0	150	100	0
19	78,09	1,27	3,60	76,97	0,40	19	6,5	130,13	0	180	100	0
20	61,75	2,41	10,01	88,55	0,35	23	8,5	150,15	0	240	80	0
21	78,09	1,67	5,64	84,26	0,35	23	8	150,15	0	240	80	0

Anexo 8 Moliendabilidad

Tiempo minutos	% m-200
40	70,41
60	74,90
72	81,39