

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Fundada en 1968 Decreto Ley N° 17358



FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA y METALURGICA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
METALÚRGICA

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO METALURGICO

TITULO:

**“PROPIEDAD HIDRÓFOBA EN LAS PARTÍCULAS MINERALES DE UNA
PULPA PARA FACILITAR LA FLOTABILIDAD”**

AUTORES:

MARTINEZ QUINECHE RAUL EFRAIN

ASESOR:

Dr. SANCHEZ GUZMAN ALBERTO IRHAAM

HUACHO – PERU

2019

DEDICATORIA

A mi querido padre, ejemplo continuo de mi formación y superación.

A mi madre quien compartió mis afines diarios y es la dulce encarnación de amor, paz y esperanza.

A mis hermanas, solidarias forjadoras del común y destino familiar.

AGRADECIMIENTO

A toda persona en general que me brindó su apoyo, las facilidades y la confianza necesaria para realizar la presente así poder recibirnos como ingenieros metalúrgicos.

RESUMEN

Para exista una buena flotabilidad, debe haber un aumento de la propiedad hidrófoba en las partículas minerales de una pulpa. Esta acción se logra con los colectores, donde la gran mayoría son compuestos orgánicos heteropolar, es decir una parte apolar y polar.

La unión de la partícula y el colector se desarrolla por la parte polar ya que en esta zona existe las propiedades hidrofóbicas que facilita la unión.

Para formar burbujas de buen tamaño y de buena calidad dependerá mucho del agregado de espumantes. También debe existir una buena agitación para que exista una buena la interacción entre burbuja y la partícula.

La interacción partícula-burbuja se desarrolla hasta que la capa de agua se mínima. Cuando la burbuja rompe la barrera energética, ahí es donde la interacción partícula-burbuja es mucho más cerca. Por lo general es difícil de romper la barrera. Las partículas hidrofóbicas tienen la facilidad de de romper esta barrera mediante fuerzas no conocidas, generando el contacto de las tres fases (sólido-líquido-gas).

PALABRAS CLAVEZ: Colectores, hidrofobicidad, Espumantes, burbuja, partícula, Modificadores, activadores, depresores, aerofílicos.

SUMMARY

In summary, it is necessary to increase the hydrophobic property in the mineral particles of a pulp to facilitate buoyancy. This is done with reagents called collectors, which are generally heteropolar organic compounds, that is, one part of the molecule is an obviously apolar compound (hydrocarbon) and the other is a polar group with ionic properties, that is, with electric charge defined.

The particle is covered by the collector that adheres to its surface by means of its polar part, providing the polar part with hydrophobic properties.

The addition of foaming agents, as mentioned, allows the formation of bubbles of adequate size and quality for the process. Well, the contact between the particles and the bubbles requires that the former be in constant agitation, which is granted by the rotor of the flotation machine, so that to make the union with the bubbles are necessary:

a) its encounter and b) favorable conditions to form the aggregate.

The particle-bubble contact approaches to the point where the water film that separates them is very thin. At this time so that the particle can get closer to the bubble it has to overcome what is considered an energy barrier. For hydrophilic particles, in which the association of the particle with the water molecules is very firm, this barrier is never overcome and the particles do not float. For hydrophobic particles, the barrier is suddenly broken by forces that are not well known, allowing three-phase contact (solid-liquid-gas).

KEYWORDS: Collectors, hydrophobicity, Foaming agents, bubble, particle, Modifiers, activators, depressants, aerophilic.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de producción de cobre, actualmente en nuestro país, entre el 80 y 90% del mineral de cobre se encuentra como sulfuro de ahí la gran importancia que adquiere la pirometalúrgica.

En el proceso pirometalúrgico de producción de cobre se obtiene una cantidad importante de escorias como producto de colas; la estimación aproximadamente es del doble de escoria con respecto al cobre blíster producido.

En el medio ambiente la escoria es estable y por ello hoy en día se le dispone en botaderos. La presente investigación se busca reutilizar las escorias de cobre.

Para la obtención de cobre blíste (98-99% Cu), a partir de concentrados sulfurados de cobre, se le hace tratamiento pirometalúrgico mediante procesos de fusión- conversión, en este proceso también se generara escoria.

Origen y características de las escorias

1.- Si se toma los desechos mineros como materia prima se tiene muchas ventajas.

- a.- la recolección no genera ningún gasto económico.
- b.- tiene un mínimo de impacto ambiental.
- c.- la extracción de los componentes valiosos son económicos.

La exportación de cobre genera un incremento importante en el producto bruto interno, pero genera un gran impacto ambiental.

2.-Una de las mayores productoras de escorias de cobre en nuestro país es la empresa southern Perú, (concentrado = cobre blíster + escorias), las escorias son depositadas por millones de toneladas.

La composición media de una escoria de cobre

30-40 % de Fe

35-45% de Si

5 – 10 % de CaO

1-4 % de Cu

0.3 % de Mo

Au y Ag en una buena cantidad

La alternativa de procesamiento vendría a ser la flotación de escorias de cobre.

Después de haber realizado pruebas metalúrgicas en laboratorio y haber tenido buenos resultados, decidimos realizarlo en planta, obteniendo los siguientes resultados:

LEYES									
PRODUCTO	LABORATORIO	TMH	% H2O	TMS	LEY %Cu	CONT. FINO	%RECUP	RATIO	
	% Cu								
CABEZA	4.00	300.00	2.00	294.000	4.00	11.760	100.00		
CONCENT.	30.00			34.881	30.00	10.464	88.98		8.4
RELAVE	0.50			259.119	0.50	1.296	11.02		

Reactivos utilizados para la flotación de escorias

Z-6

D-250

A-404

A-208

A-31

En conclusión, el procesamiento de escorias de fundición con contenido de cobre metálico de 1% para arriba, viene a ser económicamente rentable por los precios actuales., claro teniendo mucho en cuenta el transporte y costo de proceso y costo de compra de la escoria., el costo de minado no sería ya que las escorias se encuentran depositas en superficie.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Existen muchos yacimientos de minerales de los metales sulfurados polimetálicos que poseen un compleja mineralógica muy particular, así como lo presentado en la Planta Procesadora del MINERA SANTA ANA S.A.C. Yanacocha- Pasco.

Hoy en día el beneficio de los minerales sulfurados, de los indicados como metales base así como es el caso del cobre, plomo y zinc se efectúa utilizando la táctica de flotación por espumas, lo cual esencialmente la necesidad del comportamiento de las especies minerales inmersas, así como valiosas y no valiosas, dentro de las últimas la pirita es un componente nocivo en la mayoría de los procesos de concentración.

La minería peruana se caracteriza por la complejidad de sus minerales, y en la mayoría de los casos está acompañada de pirita como mineral de ganga, el cual necesariamente tiene que ser descartado en los procesos de flotación, y esto se ve dificultado por las características bastante similares en su comportamiento dentro de los mecanismos de flotación propuestos para los otros minerales sulfurados, en tal sentido se hace indispensable profundizar el conocimiento de su comportamiento en dichos sistemas, que permitirá resolver los distintos problemas metalúrgicos.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo determinar la Optimización de la recuperación del óxido de cobre a nivel laboratorio mediante la técnica de diseños experimentales del mineral oxidado en la Planta Procesadora del MINERA SANTA ANA S.A.C.?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo mejorar el Diseño del Flowsheet adecuado para el tratamiento de los óxidos de cobre, y plantear los puntos de dosificación de reactivos y porcentaje de preparación para el proceso?

¿Como Determinar la influencia del control de las variables de la flotación, en la Planta Procesadora de MINERA SANTA ANA S.A.C.?

¿Cómo se aplicará el reactivo sulfurizante, para que la recuperación sea optima en la Planta Procesadora de MINERA SANTA ANA S.A.C.?

1.3 Objetivos de la investigacion

1.3.1 Objetivo general

Optimizar la recuperación del óxido de cobre a nivel laboratorio mediante la técnica de diseños experimentales del mineral oxidado en la Planta Procesadora del MINERA SANTA ANA S.A.C.

1.3.2 Objetivos específicos

Mejorar el Diseño del Flowsheet adecuado para el tratamiento de los óxidos de cobre, y plantear los puntos de dosificación de reactivos y porcentaje de preparación para el proceso

Determinar la influencia del control de las variables de la flotación, en la Planta Procesadora de MINERA SANTA ANA S.A.C..

se aplicará el reactivo sulfurizante, para que la recuperación sea optima en la Planta Procesadora de MINERA SANTA ANA S.A.C.

1.4 Justificación de la investigación

Las variables material de este estudio tiene mucha trascendencia porque permitirá incrementar la propiedades hidrófoba en las partículas minerales de una pulpa lo que facilitara la flotabilidad, debido a los reactivos denominados colectores que vienen a ser compuestos orgánicos con características heteropolar, es decir parte de la molécula que es un compuesto polar y la otra corresponde al grupo polar con las propiedades iónicas correspondientes.

Esta partícula quedara cubierta por el colector que se adhiere a la superficie a traves de la parte polar, brindándole propiedades hidrofóbicas.

1.5 Delimitación de la investigación

La investigación tiene su concreción en el departamento de Junín, esencialmente en Pasco - Yanacocha

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes relacionados con la investigación

ANTECEDENTES O RESEÑA HISTORICA.

Procesadora Santa Ana S.A.C., es una empresa calificada como Pequeño Productor Minero (PPM), que en la actualidad se ha propuesto desarrollar una Planta de Beneficio “Victoria I” en sus concesiones del año 2007, mediante la flotación diferencial. Desde la capacidad de 200 TMSD para procesar diferentes tipos de minerales sulfurados como también oxidos.

UBICACIÓN Y ACCESO.

La Planta de Beneficio “Victoria I” de la Procesadora Santa Ana S.A.C., se encuentra políticamente ubicada en el caserío Pampa de Chau chilla, Distrito de Vista Alegre, Provincia de Nazca del Departamento de Ica (*Ver Plano de Ubicación*), y se encuentra ubicado:

Geográficamente:

Longitud Norte : 74°53'43”

Latitud Sur : 13°03'52”

Coordenadas UTM:

E : 502,589.80

N : 8'346,980.94

Altitud:

Entre 450 a 560 m.s.n.m.

Se accede a la planta a través de la carretera panamericana sur Km 468, donde se toma un desvío de 3.0 Km de carretera afirmada y se accede a la Planta.

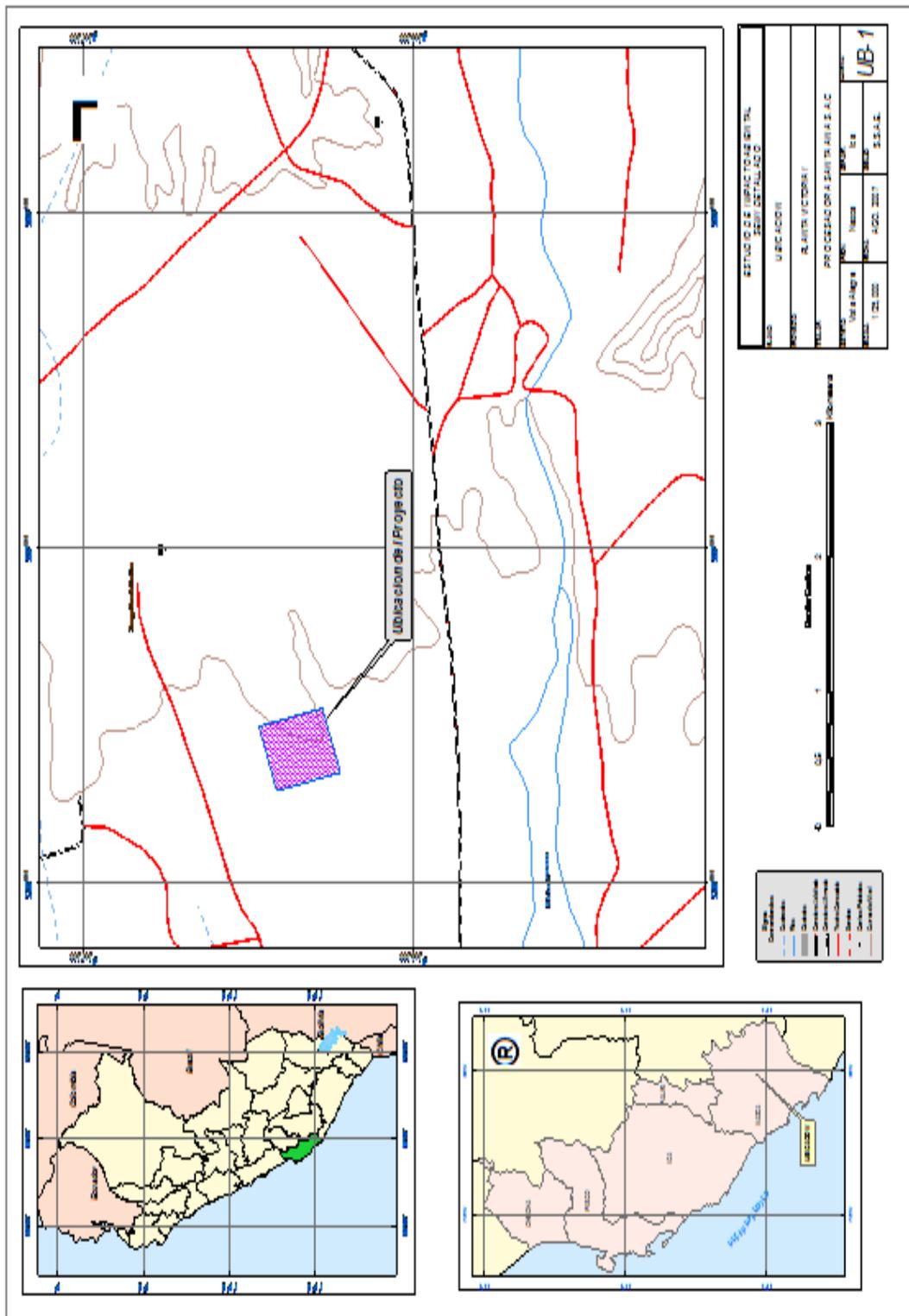


FIGURA N° 1: UBICACIÓN Y ACCESO A LA PLANTA DE BENEFICIO “VICTORIA I

2.2 Bases teóricas

Fundamentos del Proceso de Flotación

El proceso consta en la concentración de los minerales en base húmeda, en donde se realiza la separación del mineral valioso del no valioso, añadiéndolo aire para la generación de burbujas y aprovechando las propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas.

En flotación existe la presencia de las 3 fases solida (componente a separar), liquida (agua) y gas (aire). Antes del proceso de flotación debe haber un 40% de sólidos y el resto de agua en la pulpa. Ya en el proceso se inyecta aire, para facilitar que la partícula y el espumante se adhieran.

Para obtener una óptima concentración y un adecuado grado de liberación las partículas sólidas deben tener un tamaño aproximado a 100 micras (0,1 mm) y esto se logra en las operaciones de acondicionamiento de la materia prima.

En el proceso de flotación se genera, la concentración rica donde se encuentra el mineral valioso y la ganga.

Para que la burbuja este estable depende mucho del espumante que se añade.

Reactivos Usados en la Flotación

Los reactivos utilizados en este proceso por lo general son compuestos orgánicos para que se desarrolle un proceso óptimo.

Clasifican en:

Colectores: compuestos orgánicos que adhiere en la parte externa del mineral.

Espumantes: “Son agentes tensos activos que se le agrega con la finalidad de: (1) Que la espuma este estable. (2) Que tensión superficial del agua sea mínima. (3) Optimizar el contacto burbuja – partícula. (4) Impedir la unión de burbujas (coalescencia)” (Artica & Rivera, 2015)

Modificadores: este reactivo permite el incremento o disminución de la actividad del colector en la superficie del material.

Mecanismos de Flotación

Es primordial conocer lo que sucede entre la partícula de mineral y una burbuja de aire, la forma de cómo se genera la unión.

Las propiedades de suma importancia del mineral a separar mediante este proceso son: hidrofílicas e hidrofóbicas. Los minerales hidrofóbicos tienden a no adquirir humedad, entre los más comunes son: grafito, carbón bituminoso, talco. Entre los minerales hidrofílicos, es decir aquellos que adquieren humedad se encuentran los minerales sulfatos, óxidos, carbonatos, silicatos. Los minerales hidrofóbicos tienen afinidad a adherirse a las burbujas de aire es decir que son aerofílicos, mientras que los minerales hidrofílicos es lo contrario que los minerales hidrofóbicos.

Variables Operacionales Relevantes en el Proceso

Entre las variables de gran importancia son:

Granulometría: para que se desarrolle una óptima flotación debe existir un adecuado grado de liberación, por ello es de mucha importancia la granulometría.

Tipo de Reactivos: entre los reactantes que existente son colectores, espumantes y modificadores. Para un óptimo proceso debe haber una buena selección de estos.

Dosis de Reactivo: La cantidad de reactantes depende en gran parte del tipo de prueba metalúrgica.

Densidad de Pulpa: La cantidad de sólidos óptimo tiene influencia en el tiempo de residencia del mineral.

Aireación: tiene la finalidad de incrementar o disminuir el proceso de flotación.

Regulación del pH: en el proceso de flotación existe una sensibilidad al pH sobre todo de los reactivos.

Tiempo de Residencia: tiene una dependencia de la cinética de flotación y reactivos, y de la carga de las celdas.

Calidad del Agua: generalmente para que exista un aprovechamiento se utiliza el agua de recirculación de espesadores, compuesta de reactivos residuales y sólidos en suspensión.

Reactivos de Flotación Utilizados en laboratorio “Colector XAP ó xantato amílico de potasio *Propiedades químicas y usos*” (Artica & Rivera, 2015)

Estos reactivos se utiliza para aumentar el poder colector y su pH en solución es de 6.

Precauciones de Manejo

Los xantatos se almacena en ambientes seco y fresco, para que este estable. Los productos de su descomposición son combustibles y por ello se debe evitar el contacto con el fuego.

Espumante MIBC (Metil-isobutil carbinol)

El MIBC, es utilizado como espumante en la flotación de plata, oro y cobre sulfurado.

Tiene una velocidad de espumación mayor frente a otros espumantes y facilita un buen control del proceso de flotación.

Precauciones de manejo

Se le debe manejar como un producto inflamable y tomar las medidas de precauciones que pueden ser generados por la inflamabilidad, para ello se debe hacer uso de extintor tipo B ó C.

Aplicaciones de la Cal en Flotación

Por lo general la cal se utiliza para aumentar o ajustar el pH.

El ajuste de pH, se le realiza para mejorar la acción de los reactivos, asu ves esto generar una buena interacción del colector y la superficie del mineral deseado.

La dosificación dependerá de cuanto se requiere aumentar, se añadir en forma sólida, hidratada y en solución.

**DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA CONCENTRADORA
“VICTORIA I” DE LA PROCESADORA “SANTA ANA” S.A.C.**

GENERALIDADES.

NOMBRE DE LA UNIDAD ECONOMICA ADMINISTRATIVA.

La Empresa tiene como razón social, Procesadora Santa Ana S.A.C. – “Planta Concentradora Victoria I”. La unidad económica administrativa es Chau chilla.

NATURALEZA.

La Planta Concentradora Victoria I está caracterizada para realizar un tratamiento de minerales polimetálicos por el método de flotación bulk - diferencial.

NOMBRE DE LA PLANTA.

Tiene como nombre Planta Concentradora “Victoria I”.

CONCESION DE BENEFICIO: CARACTERISTICAS.

Nombre de la Concesión:

Caserío Pampa de Chau chilla.

Partida o Padrón:

Partida N° 12

Hectáreas: 250

Concesión Titular : Procesadora Santa Ana S.A.C.

Altura m.s.n.m. : 560

Registro público de minería: TOMO : 15 FOLIO : 1258

ASUNTO : Mina

FISIOGRAFÍA Y CLIMA.

La ubicación de esta zona se encuentra en la Zona de Vida del desierto desecado Subtropical (dd – S). Esta zona tiene un clima desértico y seco, los días son generalmente soleados con marcada disminución de temperatura durante las noches y con escasez de lluvias.

Las estaciones meteorológicas de Copara y Otoa son las que más se acercan al área de estudio, cuyas temperaturas son máximas es de 26.2 °C y una mínima de 18.1 °C.

La probabilidad máxima de precipitación media mensual máxima es de 6.0 mm y una mínima de 0.0 mm (observatorio de Otoa y Ayacucho).

TOPOGRAFÍA Y SUELO.

Las labores implican un impacto moderado sobre la topografía local debido al desbroce del terreno para la construcción de los componentes de la planta (canchas de relaves y de ripios, así como de las pozas de solución), acondicionamiento de la cancha de top soil, pozo séptico, campamento y otras instalaciones. , el impacto es leve porque los trabajos se desarrollarán sobre áreas delimitadas.

VEGETACIÓN.

Es pobre, constituido predominantemente por:

Familia	Especie	Nombre común
Anacardiaceae	Schimus molle	Molle
Apocynaceae	Vallesia dichotoma	Perlillo
Asteraceae	Baccharis sp	Chilca
	Asteraceae sp	
	Tessaria integrifolia	
Bromelaceae	Tllandsia sp	
Capparaceae	Capparis sp	
Fabaceae	Acacia macracantha	Faique
	Acacia huarango	Huarango
	Prosopis sp	Algarrobo
	Mimosa sp	
Myrtaceae	Eucaliptos sp	Eucalipto
Nictaginaceae	Cryptocarpus pyriformis	
Salicaceae	Salix sp	Sauce
Zigophyllaceae	Bulnesia retamo	Calato

PROCEDENCIA DEL MINERAL.

El mineral beneficiado en la Planta de Beneficio Victoria I, en su totalidad son de las diferentes menas de nuestros departamentos del peru, asi como minerales de sulfuros, oxidos, acidas y polimetálico de plomo, zinc, cobre y plata con las siguientes leyes promedios:

MINERALES:

Ag: 3.99 Oz.

Cu: 2.0 - 20.0 %.

Pb: 3.72 - 8.90 %.

Zn: 4.82 – 18.60 %.

Se produce concentrados de cobre-plata, cobre-oro, plomo y zinc cuyas calidades son:

MINERAL:

Concentrado Cobre : 30.53%, con una recuperación de Ag del 91%.

Concentrado Cobre : 29.60%, con una recuperación de Ag del 92%.

Concentrado Plomo : 70.17%, con una recuperación del 94.27%.

Concentrado Zinc : 59.27%, con una recuperación del 92.14%.

GEOLOGÍA.

Geológicamente la zona del proyecto, constituye de gran parte de rocas propias de la región. son sedimentarias (calizas, lutitas, diatomitas, areniscas y conglomerados), metamórficas (cuarcitas magmáticas, pizarras y esquistos) e ígneas (intrusivas, predominantemente de composición granitoide, y extrusivas, derrames andesíticos, tufos y cenizas volcánicas). Tiene una edad que comprende de paleozoico hasta al cuaternario reciente.

MINERALOGIA.

MINERALES ECONÓMICOS

Calcopirita (S_2CuFe) – 34.66% de Cu

Se identifica con bastante facilidad ya que la coloración es amarillenta y manchas negras verdosa. Es blanda y frágil a diferencia de la pirita. Decrepita al soplete fundiéndose en botón magnético y da olor de anhídrido sulfuroso cuando se calienta en carbón vegetal. Se descompone paulatinamente en HNO_3 , con desprendimiento de azufre.

La Calcopirita se encuentra en los filones y yacimientos hidrotermales y en los depósitos de reemplazamientos, minerales asociados: pirita, esfalerita, pirrotita, cobre gris, fluorita, calcita, baritina, dolomita, cuarzo. Esta variedad tenemos en la mina de Cuajone, Casapalca, San Cristóbal, Yauricocha, Morococha, Cobriza, Austria Duvaz, Cerro Verde, Michiquillay, Tintaya, Raura, Caudalosa, etc.

Tetraedrita [(Cu,Fe, Zn, Ag) $_{12}$ Sb $_4$ – Sb $_{13}$] 39- 40% de Cu

Conocido también como Cobre Gris Antimonial, es un sulfo antimonio de Cu, Fe, Zn y Ag. Se reconoce por sus cristales tetraédricos o cuando están en masa, por su fragilidad y su color. Se funde con facilidad al soplete, se descompone con HNO_3 desprendiendo azufre y Sb_2O_3 .

La tetraedrita, son minerales relativamente muy apagados, se encuentran en los diferentes tipos de yacimientos hidrotermales de cobre. Minerales asociados: pirita, esfalerita, calcopirita mispiguél, galena, menas de plata.

Entre las minas tenemos la de Casapalca, Yauricocha, Austria Duvaz, San Genaro, Morococha, Caudalosa, Huarón, Michiquillan, Atacocha, Julcani.

Galena (PbS) – 86.6% de Pb

Tiene un color gris acero y cristalización cúbica, presentándose como vetillas. Se halla en forma anhedral, algunas veces con formas casi redondeados, están dispersos dentro de la roca, algunos granos presentan incipiente alteración a cerusita a partir de los bordes y de sus fracturas.

La galena es uno de los minerales mas jóvenes, contiene inclusiones de esfalerita, pirita, chalcopirita y caolín, muchas veces corta a la chalcopirita, reemplaza a la pirita, esfalerita y roca caolizada o silicificada.

Minerales de Ganga

Pirita (FeS₂) 46.6% de Fe Es el mineral que se presenta en forma masiva como agregados microcristalinos diseminados y en vetillas de color amarillo latón.

La pirita fuertemente porosa esta remplazada por la galena, marcasita y la esfalerita, dentro de algunos de sus poros se encuentran algunos granos de chalcopirita y tetraedrita.

Marcasita (FeS₂) 46.6% de Fe Presenta cristales irregulares corroídos y rodeados por la galena, son porosas, algunos gruesos han reemplazado a la pirita.

Hematina Especular (Fe_2O_3) 70% de Fe

Este mineral se encuentra en gran cantidad como agregados hojosos o escamosos, posiblemente se ha formado por deshidratación de limonita existente dentro del yacimiento.

Baritina (BaSO_4)

Se presenta en agregados cristalinos tubulares de color blanco translucido o transparente. Es bastante común en las rocas de las cajas silicificada en la mineralización, sea reemplazada por la baritina.

PARAGENESIS

La paragenesis de los sulfuros hipogenos, sugiere que fueron depositados de acuerdo a fases concordantes con las ultimas pulsaciones magmáticas, desde el foco magmático (Volcánico Maca punta), hasta el tajo principal. La pirita fue el primer sulfuro, luego las sulfosales como la enargita, tenantita, luego la calcopirita seguidos por la esfalerita, galena, siendo una de las ultimas depositaciones la poli basita. En general todos fueron siguientes a la deposición de sílice baritina – siderita.

En resumen a excepción de los minerales supergenos tales como covelita, calcocita, anglesita, etc. Todos los minerales pertenecen a una misma fase mineralizante.

CUADRO N° 1: PARAGENESIS DE LOS MINERALES

<u>MINERALIZACIÓN</u>	<u>MINERALIZACIÓN</u>
<u>PRIMARIA</u>	<u>SUPERGENA</u>

Silicificación.	Digenita.
Caolín.	Covelita.
Pirita.	Anglesita.
Enargita.	Hematina.
Marcasita.	Limonita.
Calcopirita.	
Chalcopirita.	
Tetraedrita.	
Esfalerita.	
Galena.	
Polibasita.	
Baritina.	
Covelina.	

SISTEMA DE TRATAMIENTO.

El tratamiento de los diferentes minerales cobre provenientes de socavón o tajos abiertos, realizan la concentración del mineral mediante el método de flotación diferencial. Este método nos permite la obtención de un concentrado de cobre como se aprecia en el cuadro posterior.

CUADRO N° 2: BALANCE METALURGICO ACTUAL

Productos	PESO	% RC	LEYES				RECUPERACIONES			
			Oz Ag	% Cu	% Pb	% Zn	% Ag	% Cu	% Pb	% Zn
Cabeza	8,950.700		3.52	0.45	3.83	6.03	100	100	100	100
Conc. Cu	81.287	110.11	221.29	29.73	6.15	6.65	57.04	59.76	1.46	1.00
Conc. Pb	459.065	19.50	23.71	1.36	69.63	4.46	34.51	15.40	93.22	3.79

Conc. Zn	825.090	10.85	1.23	0.68	0.54	59.98	3.22	13.95	1.29	91.65
Relave	7,585.258		0.22	0.06	0.18	0.25	5.24	10.90	4.03	3.56

CAPACIDAD DE LA PLANTA.

La Planta de Beneficio Victoria I tiene una capacidad instalada de 250 TMS/DIA y trabaja en 200 TMS/DIA (2 guardias de 12 horas c/u); cuya característica resultante es la construcción de pisos, estructuras escalonadas a base de madera, dando su relativa antigüedad, así como las instalaciones mecánicas.

DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y FASES METALÚRGICOS.

SECCION DE PESAJE Y RECUPERACIÓN DE MINERAL.

El mineral proveniente de las diferentes menas es previamente pesado en una balanza electrónica de plataforma marca Exactam de 100 TM de capacidad para el control respectivo del tonelaje, que luego es descargado en una cancha de almacenamiento, para el respectivo blending (mezcla de minerales según las zonas y leyes de cabeza). Así mismo se hace uso de esta balanza para el control de tonelaje de concentrados para su despacho a Lima, vía camiones.

SECCIÓN CHANCADO.

Es una de las etapas de acondicionamiento de la materia prima, consiste en disminución de tamaño mediante la aplicación de fuerza mecánica como compresión, fricción y flexión.

ETAPAS DE LA SECCION DE CHANCADO

a) TOLVAS DE GRUESOS

Tiene como principal finalidad de almacenar el mineral y para luego pasar a la chancadora, tiene la forma de pirámide truncada de base rectangular terminando su sólido en un rectángulo, para luego descargar por la parte inferior a través de un Apron Feeder y una Faja Transportadora hacia la Chancadora Primaria y tiene una capacidad de 20 TM.

b) APRON FEEDER (ORUGA)

Es un alimentador de equipo electromecánico, que sirve para extraer el mineral de la tolva de gruesos y alimentar al mismo tiempo a la Chancadora Primaria de Quijada. Es accionada por un motor de 2.8 HP y que funciona con 1720 RPM.

c) CHANCADORA PRIMARIA DE QUIJADA (10'' x 24'' - FIMA - DENVER)

Este tipo de máquina consta de dos superficies de aceros al manganeso muy sólido y la reducción de tamaño efectúa entre dos mandíbulas, una móvil y otra fija situados en forma diversante formando un ángulo de 26° aproximadamente del producto saliente que es de 2 pulgadas.

La mandíbula móvil se mueve a una velocidad que depende de su tamaño aproximadamente a la mandíbula fija, provocando la ruptura del mineral entre ellos; lo que significa un consumo intermitente de energía y con el objetivo de uniformizar este consumo que se encuentra montado entre dos volantes de gran masa sobre el eje principal de la chancadora. La parte por donde ingresa el mineral se llama boca de la maquina y tiene una forma rectangular y la abertura

inferior de salida se llama garganta (Set). El mineral ya triturado es transportado por una Faja Transportadora N° 2, a la Zaranda Vibratoria.

Las dimensiones de esta trituradora esta dado por la distancia entre las quijadas o sea el ancho de la quijada. La compañía esta utilizando actualmente una chancadora de (10'' x 24'') marca FIMA, cuyos motor es de 50 HP, 1180 RPM.

Capacidad de la Chancadora Primaria..- La capacidad de esta trituradora esta relacionado a muchos factores, uno referente a la maquina y otro a las características del mineral:

Ajuste de la abertura de descarga.

Angulo de descarga.

Dureza del mineral.

Humedad.

Tamaño del mineral diamantado.

Tamaño del producto.

Velocidad.

Cuidados que se debe de tener con este tipo de máquina:

Programar el tiempo de mantenimiento de lubricación

Revisar los poros de las quijadas.

d) CHANCADORA SECUNDARIA DE QUIJADA (12'' x 24'' - DENVER)

La mandíbula móvil se mueve a una velocidad que depende de su tamaño aproximadamente a la mandíbula fija, provocando la ruptura del mineral entre ellos; lo que significa un consumo intermitente de energía y con el objetivo de uniformizar este consumo que se encuentra montado entre dos volantes de gran masa sobre el eje principal de la chancadora. La parte por donde ingresa el mineral se llama boca de la maquina y tiene una forma rectangular y la abertura inferior de salida se llama garganta (Set). El mineral ya triturado es transportado por una Faja Transportadora N° 4.

Las dimensiones de esta trituradora esta dado por la distancia entre las quijadas o sea el ancho de la quijada. La compañía esta utilizando actualmente una chancadora de (12'' x 24'') marca FIMA, cuyos motor es de 55 HP, 1190 RPM.

e) ZARANDA VIBRATORIA (4'' x 8'' - MAEPSA)

Es un equipo llamado grizzli con mallas de $\frac{3}{4}$ de pulgada de abertura, acondicionado por un motor eléctrico de 7 HP, 1600 RPM y cuya función es de cernir el mineral proveniente de la chancadora primaria a través de la Faja Transportadora (N° 2); no existe un método específico para la apariencia del cernido y el sistema más aplicado para expresar esta eficiencia, es por la relación entre el peso del material que realmente debió pasar en la primera carga.

g) FAJAS TRANSPORTADORAS

Las fajas están constituidas por bandas o correas sin fin, sostenidas y medidas de modo adecuado y dispuestos para transportar materiales sólidos, exigen poca energía. La banda cargada se apoya sobre pequeños rodillos locos (polín),

dispuestos para que forme un canal central y espaciados de tal modo que no se produzca deformación alguna de la banda, los rodillos de retorno son espaciados a espacios mayores que los destinados a soportar la banda cargada. La capacidad de una Faja Transportadora esta en función de la velocidad y de la Sección transversal de la carga sobre la faja.

**CUADRO N° 3: CARACTERISTICAS DE LAS FAJAS
TRANSPORTADORAS**

	FAJA N° 1	FAJA N° 2	FAJA N° 3	FAJA N° 4	FAJA N° 5 (Molino 5' x 5')	FAJA N° 6 (Molino 6' x 6')
Ancho (Pulg.)	24	24	24	24	24	24
Longitud (Pulg.)	956 ⁵ / ₁₆	1456 ³ / ₄	789 ¹ / ₁₆	616 ³ / ₁₆	299 ¹ / ₄	428 ³ / ₈
Velocidad (m/h)	2625.4 3	1915.15	2955.22	1337.95	209.64	194.62
Capacidad (TM/h)	68.91	75.40	77.56	70.23	11	8.30
Factor de Carga	-	-	-	-	1.20	1.90
Angulo de Inclinación	18.4°	16.2°	9.8°	14.2°	0°	0°
HP	10	5	5	3.6	4.8	5
RPM	1780	1745	1740	1730	1150	1160

SECCION MOLIENDA Y CLASIFICACION.

Esta es etapa es la parte final del acondicionamiento de la materia prima y es muy importante ya que en esta etapa se debe liberar el mineral deseado.

Esta etapa se desarrolla en el molino de bolas primaria y se obtiene partículas de – 991 micras (-16 millas), se alcanza un eficiencia maxima cuando se opera en condiciones normales.

El objetivo principal en la molienda de las plantas concentradoras de minerales son de reducir el tamaño granular y pulverizar los minerales, lo mas pequeños posibles con la finalidad de terminar la liberación de los sulfuros valiosos que se iniciaron en la sección de chancado.

Otro de los objetos es que las partículas de los sulfuros valiosos tengan el grado suficiente de tamaño para poder aplicar la concentración adecuada, alguno de los cuales como el de la flotación exige granos finos de malla 65 para que el resultado sea efectivo, así; por ejemplo para el PbS es de 50 a 60% a malla – 200 y así veremos una liberación de Cu. Que necesita una molienda tal que esa misma malla pase de 80 a 90%; para el Zn, la molienda primaria es de 50 a 60 y para la remolienda es de 60 a 70% a malla –200.

ETAPAS DE LA SECCION DE MOLIENDA

a) TOLVAS DE FINOS

Se usan para almacenar el mineral fino (triturado) y abastecer de carga a los molinos (5'x5') y (6'x6') en forma normal y homogénea; por medio de las fajas transportadoras movil. Este almacenamiento de minerales finos nos permite parar las chancadoras para las reparaciones, limpieza etc. Sin necesidad de que paren los molinos. Estas tolvas están instaladas a base de planchas de acero, teniendo 2 tolvas de finos la 1° de 80 toneladas y la 2° de 100 toneladas de almacenamiento respectivamente.

b) MOLINOS

Los molinos como su nombre lo indica tienen por objetivo moler o reducir de tamaño a los minerales para conseguir la liberación de sulfuros valiosos que se encuentran mezclados con la ganga y luego pasar a su respectiva solución, ya sea por flotación o por gravedad; en la Planta de Beneficio Victoria I, se usan molinos de forma cilíndrica de los siguientes tipos:

b.1) Molino de Bolas (6'x6').- Este molino recibe la carga del mineral, para la molienda procedente de la tolva N° 2; por medio de la Faja N° 6, cuyo tamaño es de (6'x6') y es accionado por un motor trifásico eléctrico de 54 HP y que funciona con 1850 RPM.

b.2) Molino de Bolas (5'x5').- Este molino recibe la carga del mineral para su respectiva molienda procedente de la tolva N° 1 por medio de la Faja N° 5, cuyo tamaño es de (5'x5') y que es accionado por un motor trifásico eléctrico de 75 HP y que funciona con 1180 RPM.

b.3) Consideraciones Generales de Rotación de los Molinos.- La velocidad de rotación de los molinos es el parámetro más importante que gobierna particularmente la capacidad y consumo de energía. La velocidad varía según el diámetro de la máquina para liberarlos de esta reducción, es costumbre la idea abstracta de la velocidad crítica que tiene un valor absoluto.

c) BOMBAS

La función de este equipo es del transporte del fluido en este caso de la pulpa, de una celda a otra, de forma rápida, limpia y segura.

c.1) Las Bombas Denver SRL.

Constituye de una caja, impulsor, entrada de agua a presión que permite la protección del eje y los cojinetes del desgaste que es genera la arena de la pulpa.

c.2) Las Bombas Galigher.

Comúnmente se utiliza para evitar la pérdida del mineral en pulpa, que se pueda generar en un derrame en el suelo.

d) HIDROCICLONES

Los hidrociclones o más conocidos como ciclones sirven para separar partículas sólidas contenidas en un fluido en función a tamaño y/o gravedad específica. Para la clasificación de los sólidos este equipo utiliza fuerzas centrifugas.

SECCION FLOTACIÓN.

La flotación selectiva empleada en las plantas concentradoras, consisten en separar las partículas de mineral, unas de otras utilizando las distintas propiedades superficiales de las sustancias. El éxito de la flotación depende del grado de división alimentada en forma homogénea puesto que se trata de un fenómeno de superficie con el empleo de las maquinas.

En el proceso de flotación es posible recuperar económicamente en forma de concentrados del producto comercial, la condición principal para una buena flotación es que dicha naturaleza se manifiesta en la mayor tendencia a adherirse como mayor rapidez a las burbujas de aire introducidas en las celdas de flotación en presencia del aire

alimentado, el mineral valiosos que se encuentra en la pulpa que forma un sistema trifásico (mineral - agua - aire); cuya densidad global es menor que el medio, por lo que el complejo trifásico asciende a la superficie.

Para el éxito de la flotación requiere que el mineral este en un estado de división bastante elevado, en dicho estado, la partícula se encuentra en la superficie específica máxima. El carácter hidrofílico o hidrofóbico de una superficie a la mayor o menor afinidad relativa de la partícula por las moléculas del líquido se determina teniendo el ángulo de contacto en presencia del aire, el mismo que es la tangente en el punto de contacto en presencia del aire formando tres fases, a mayor ángulo de contacto la partícula tiende a decrecer su carácter hidrofílico, mejor dicho mayor tendencia a adherirse al aire que al agua.

El objetivo de la flotación es enriquecer los minerales produciendo un concentrado de óptima ley mediante:

La Flotación de la Mena “Flotación Directa”

La Flotación de la Ganga “ Flotación Inversa”

La concentración es un proceso barato que nos permite reducir los costos de transporte del mineral mediante la eliminación de la ganga.

Durante este proceso una parte de la mena se va a la cola, si éste se realiza con eficiencia, las pérdidas serán inferiores a las que resultarían de tratar el mineral directamente por el proceso pirometalúrgico.

MAQUINAS Y EQUIPOS USADOS EN LA FLOTACIÓN.

Generalmente los equipos y máquinas que se utiliza en la flotación son:

- a) **ACONDICIONADORES.** - el acondicionamiento de la pulpa se realiza tanques cilíndricos con un sistema de agitación.
- b) **CELDAS DE FLOTACIÓN.**- la finalidad de la celda de flotación separar el concentrado del relave de forma excelente.

Una vez cargada la celda del mineral, el agua, los reactivos se inyecta aire por la parte inferior de la celda.

En esta celda debe existir una adecuada alimentación asu ves debe mantener en suspensión sin sedimentaciones.

c) CELDAS DENVER Y MAEPSA.

En estas celdas en forma cuadrada el movimiento de la pulpa se efectúe por gravitación.

c.1) Precauciones en las Celdas de Flotación.

Se debe de tener en cuenta lo siguiente:

Cuidar que el aire en las celdas no sea excesiva porque rompe las burbujas, y que no sea deficiente porque la pulpa se asienta.

Las fajas en “V” de transmisión deben trabajar en buenas condiciones y con la tensión correcta.

El motor no debe calentarse ni presentar ruidos o sonidos raros.

La compuerta del desarenado debe trabajar en forma normal.

Debe funcionar todos los chisguetes de agua para matar las espumas de los canales.

DISPOSICION DE RELAVE.

El problema del almacenamiento de los relaves de una planta se hace mas complejo a medida, de cómo sube el ritmo de producción de la mina y porsupuestamente a medida que se realiza optimizaciones del beneficio de minerales y el hecho de trabajar minerales de baja ley, han elevado la cantidad de relaves incluso casi igual a la alimentación de los molinos en algunos casos.

La localización de un área disponible para la cancha de relaves es factor importante para la ubicación de una planta, en muchos casos las canchas relaveras de fácil topografía y de espacio disponible están muy cerca a la planta de beneficio.

Generalmente los relaves se transportan en forma de pulpa por bombeo o gravedad, por medio de tuberías, canales abiertos o cerrados y diques, dependiendo de la distancia y topografía del lugar. La distancia de transporte se hace si se requiere recuperar el agua del almacenamiento de relaves para retornar a la planta concentradora o también si se anticipa o se proyecta que en el futuro los relaves serán retratados para la recuperación de valores adicionales.

Para el área de la cancha, Influye mucho el volumen del mineral que se producirá.

- a) ***El método de aguas arriba.***- Consiste en construir una represa inicial en la zona aguas arriba.

Estos relaves tienen un esfuerzo de corte bajo. Conforme la altura de la represa aumenta, la superficie potencial de falla se desplaza una distancia cada vez mayor de la cara aguas abajo y a través de los finos. Cuando el método de construcción aguas arriba es usado, la represa y las lamas retenidas están en condiciones de estabilidad lo suficientemente pobres que la estructura puede fallar por licuefacción, cuando la estructura tenga movimientos

b) Construcción, mantenimiento y cuidados de los depósitos de relaves (Canchas de Relaves).- En base al tonelaje promedio anual que se proyecta recibir considerando el ratio de concentración, los días por mes a trabajar y la altura final, se determina el área del depósito; en algunas empresas mineras también se debe considerar si parte del relave se usa para el relleno hidráulico en la mina. La ubicación de un área disponible para la disposición de la Planta Concentradora nueva.

El más usado para la disposición de relave es el sistema aguas abajo. Este sistema consiste en hacer crecer los muros de arena perimétricas hacia la parte exterior del depósito de lamas, de esta forma se da mayor resistencia a las presiones que pueda ejercer las lamas por ser un material sumamente inestable, pero en el crecimiento del muro de arena siempre se tiene en cuenta la gradiente del talud externo e interno.

Mantenimientos y cuidados principales en depósitos de relaves.- El personal de operación (RELAVEROS) debe cumplir lo siguiente:

Debe controlar la llegada continua y en cantidad normal uniforme del relave desde la planta.

Si observa caída de caudal o no llega el relave, comunicarse inmediatamente con el Jefe de Guardia o Supervisor, inmediatamente ir a la planta y revisar si hay rebalses

de los cajones y porque no jala las bombas; si están trabajando bien, revisar la tubería de relave que va a la cancha golpeando por posible arenamiento.

Este trabajo se debe realizar a la brevedad posible para evitar un atoramiento total de la tubería.

Tener muy en cuenta los cuidados en el uso de las bombas de relaves.

Se debe tener muy en cuenta que cualquier caída de caudal y presión dificulta un buen funcionamiento del ciclón que esta trabajando sobre el muro de la cancha de relaves perjudicando la clasificación con el peligro de erosionarlo y dañarlo el muro que se viene formando.

Durante la preparación del muro con los gruesos del ciclón, se debe de aprisionar convenientemente y tratar de hacer ingresar hasta lo más profundo que se pueda y pueda desplazarlo a relaves finos reforzándolo internamente.

El personal que trabaja durante el día debe dejar convenientemente preparado el sistema de drenaje de agua clarificada, es decir debe hacer preparar los tapones de madera, los nipples, los andamios de acceso a los buzones, escaleras, alambres, supervisar los empalmes de las tuberías de polietileno. También la construcción de los mismos buzones. Para no tener problemas nocturnos que son mas difíciles de solucionar.

Los relaveros deben hacer un cambio de guardia en la misma cancha de relave para informarse de los trabajos que se están realizando y los problemas que pasaron o puedan pasar y las necesidades de esta área.

Durante el tendido y prolongación de TUBERÍAS Y ACCESORIOS de polietileno se debe realizar los empalmes correctamente tal como se indica. Esto con el fin de evitar fugas de relaves o agua clarificada que puede ocasionar que el sifón no funcione.

Drenar el agua completamente clarificada evitando los sólidos en suspensión durante las 24 horas del día con bastante cuidado, puesto que se debe cumplir con los niveles máximos permisibles de los efluentes Minero-Metalúrgicos de la Resolución Ministerial N° 011-6EM-VMM, evitando penas de multas o cierre de las operaciones.

Mantener siempre el muro alto, mínimo sobre 1 m. del nivel de la laguna empozada, para evitar rebalses.

Mantener entre 0.5 - 1.0 metros el nivel del espejo de agua decantada bastante clarificada, para que el drenaje no arrastre sólidos en suspensión.

SECCION DE PREPARACIÓN DE REACTIVOS.

REACTIVOS.- generalmente se utiliza para la recuperación de los sulfuros de gran valor reduciendo la ganga. También el uso de reactivos permite la selección de elementos de gran valor.

Los reactivos utilizados en el proceso de flotación son: Espumantes, Colectores y Modificadores.

REACTIVOS ESPUMANTES. – Por lo general los espumantes tiene la función de la generación de espuma que permitirá la separación de partículas hidrofóbicas e hidrofílicas.

Lo importante en la generación de burbujas de aire se evite la unión entre ellas se unan y que no revienten al salir a la superficie.

La molécula de un espumante está formada por:

Una parte no polar formada por el radical orgánico.

Otra parte polar compuesta por grupos polares:

- Hidroxil OHC.
- Carbonil COOH.
- Carbonil =C=O.
- Amino –H.
- Sulfo –CHO₂OH ó SO₂OH.

G. Brown, C. Thurman y Mac Bain demostraron que la estabilidad de las espumas depende viscosidad. En la práctica los factores como el pH y la temperatura de la pulpa es muy importante para que exista la estabilidad la espuma.

Es muy importante en conocer el pH de la pulpa para añadir un espumante adecuado. Cuando el reactivo se encuentre en forma molecular genera una gran cantidad de espuma, entre ellos se encuentra los fenoles en medios muy alcalinos se convierten en fenolatos.

“CLASIFICACIÓN DE LOS ESPUMANTES.- de acuerdo al valor de pH de la pulpa se clasifica en: **“Básicos.-** estos reactivos tienen la propiedad de espumigena máxima en pulpas alcalinas.

Ácidos.- estos reactivos reducen su propiedad espumigena en el transcurso del aumento de pH de la pulpa, entre ellos se encuentran los siguientes: fenolito (cresol, xilenol, aceites de madera) y los alquilarilsulfonatos (detergentes y azolatos).

La flotacion de minerales se realiza en condiciones alcalinas.

Hoy en día los espumantes fenolitos no se utilizan debido a su alta toxicidad.

Neutros.- su uso no depende del pH de la pulpa.

Es racional subdividirlos en tres grupos:

“Los Reactivos que contienen Alcoholes Aromáticos y Ali Cíclicos; corresponden las sustancias que contienen terpineol, se encuentran en diversos aceites de madera (Aceite de Pino) y espumantes sintéticos del tipo ciclohexanol, dimetilfenilcarbonil, terpineol sintético (Aceite de Terpinoleno) y otros” (Bravo, 2003).

“Reactivos que contienen Alcoholes Alifáticos; normalmente es una mezcla de alcoholes y en forma individual, son productos de la obtención de compuestos químicos.

“Reactivos que contienen Sustancias con Enlaces Éteres; le corresponden los monoeteres polipropilenglicoles, polialcoxialcanes y dial quilftalatos” (Bravo, 2003).

La mezcla de reactivos genera buenos resultados sobre todo cuando incrementa la solubilidad uno de los componentes de la mezcla. Ejm. Acido cresilico + MICB., A. Pino + D-250, A. Pino + MICB.

La funcion del espumante es que la espuma se encuentre estable, pero tambien tiene otras funciones como son las siguientes:

Ayuda que se disperse las burbujas de aire.

Evita la unión de burbujas de aire.

Reduce la velocidad de salida a la superficie de la pulpa.

Incrementa la resistencia de la película de la burbuja.

Afecta la acción del colector.

REACTIVOS COLECTORES.- por lo general son sustancias orgánicas, sus moléculas están constituidas de una parte polar y no polar. Esto permite que colector quede

adsorbido entre la parte polar del colector con la parte polar del mineral. La parte no polar se desarrolla en la fase acuosa hidrofugando el mineral.

La unión de los colectores por lo común se desarrolla con los sulfuros y el aire, y mínimamente con la ganga.

Una mezcla apropiada del colector y el modificador genera buenos resultados en el proceso de flotación.

CLASIFICACIÓN DE LOS COLECTORES.- Se clasifican en tres grupos:

- a. ***COLECTORES ANIONICOS SULFHIDRILICOS.***- De acuerdo a su aplicación resultan adecuados para minerales sulfurosos. Lo constituyen normalmente aquellas sustancias que contienen un átomo de azufre en la parte polar de su anión. Ya esto permite la afinidad con los minerales sulfurosos y posteriormente la separación selectiva de la ganga.
- b. ***COLECTORES ANIONICOS OXIDRILICOS.***- Forman parte de esta clase de colectores, todas aquellas sustancias provistas de un átomo de hidrogeno como mínimo, en su grupo polar. Los productos más importantes son los ácidos grasos, provistos de uno o más enlaces dobles en su parte apolar, como los ácidos oleicos, linolico y linoleico o sus mezclas técnicas. Para que exista una buena adhesión de la burbuja y la superficie del mineral sulfurado es muy importante la oxigenación.
- c. ***COLECTORES CATIONICOS.***- Son principalmente usados para la flotación de silicatos y ciertos óxidos de metales, la aplicación de este tipo de colectores es limitado. Uno de los mas comunes es del grupo AMINA la cual es del grupo complejo orgánico derivado del NH_4 y NH_3 donde los átomos de hidrogeno son

reemplazados por radicales heterocíclicos. Las AMINAS, las sales de amonio cuaternario, los jabones son no solamente unos colectores de minerales oxidados, sino además unos colectores de sulfuros. La calcopirita, calcocita, blenda, bornita, pirita, la ganga son colectadas por la amina.

Poder colector y selectividad.- su medición es desarrollado a acuerdo a la dosis y lo complicado que pueda resultar la flotación del mineral. La selectividad tiene la finalidad de hacer flotar el mineral valioso pero no el indeseados. La selectividad es controlada por los agentes modificantes adecuados, generando una separación correcta.

REACTIVOS MODIFICADORES O REGULADORES.- la finalidad de este reactivo es de preparar la parte superficial del mineral para una correcta absorción o desorción por los reactivos. Es decir modifican la superficie de los minerales sulfurados y de la ganga, para que el colector actúe o no sobre ellas.

Clasificación de los reactivos modificadores.- Se clasifican de acuerdo a la función que desarrollan:

Reguladores de pH.

Depresores.

Activadores y reactivadores.

Floculantes.

Dispersantes.

Sulfidizantes.

2.3 Definiciones conceptuales

Coletores: compuestos orgánicos que adhiere en la parte externa del mineral.

Granulometría: para que se desarrolle una óptima flotación debe existir un adecuado grado de liberación, por ello es de mucha importancia la granulometría.

Reactivos. - generalmente se utiliza para la recuperación de los sulfuros de gran valor reduciendo la ganga. También el uso de reactivos permite la selección de elementos de gran valor.

Geología regional. -En los diferentes Distritos Mineros de nuestro Perú, afloran rocas sedimentarias desde edad Triásico Superior-Jurásico (Grupo Pucará), rocas de emanaciones volcánicas tempranas y tardías como andesitas, brechas tufáceas, latitas cuarcíferas, domos río líticos, tufos ignimbríticos, etc.

Geología Local.- La mineralización filoneana de las diferentes menas se encuentra hospedados en rocas de emanaciones volcánicas de la Formación Caudalosa o Domos de Lava y Donald Noble en 1973 lo denominó **Complejo Volcánico Mixto y Domos Volcánicos**, representado por los complejos Tinquí (Tm-vt. 10.10 m.a) y Manchaylla (Ts-vm. 9.7 m.a).

Geología Estructural.- Como resultado de los esfuerzos compresivos, la tectogénesis oro andina en las menas a generado pliegues de rumbo N-S, que afectan a las formaciones Mesozoicas, a la Fm. Arco Iris y pliegues locales que afectan a la Fm. También existen estructuras dómicas de origen volcánico que son controlados por las fallas y También hay varios lineamientos importantes.

Geología Económica.- La mineralización es principalmente en la formación calera (Miembro de Huachocolpa), la extensión abarca en el Cerro YanaOrcco desde Bienaventurada hasta Chonta, cubriendo un área de 4000m por 700m con 25% de cobre, plomo y zinc, la cual esta circunscrita a la zona Rublo.

2.4 HIPÓTESIS:

2.4.1 Hipótesis General:

Si la Planta Procesadora de MINERA SANTA ANA S.A.C. mediante la técnica de diseños experimentales optimiza la recuperación del mineral oxidado de cobre a nivel laboratorio

2.4.2 Hipótesis Específicas:

Se podrá controlar el tratamiento de recuperación los óxidos de cobre con el Diseño del Flowsheet para plantear los puntos de dosificación de reactivos en proceso

Se podrá controlar la influencia del de las variables de la flotación, en la Planta Procesadora de MINERA SANTA ANA S.A.C.

Se dosificara el reactivo sulfurizante, a concentraciones del 10% para que la recuperación sea optima en la Planta Procesadora de MINERA SANTA ANA S.A.C.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 DISEÑO DE INVESTIGACION

En esta investigación se aplicará el diseño experimental que se efectuó a través de muestras de laboratorio en base a las teorías científicas aplicadas en la presente investigación.

3.2 POBLACION Y MUESTRA

POBLACION

Planta Procesadora **minera santa ana S.A.C**

3.3 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Índices
PRINCIPALES DEL PROCESO: Molienda: 65 – 70% malla- 200 Tiempo de Residencia	Son técnicas en donde se aprovecha las propiedades físico-químicas de la superficie de la partícula sólida para desarrollar la selección. Es un proceso por el cual se sulfuriza el óxido de cobre en otras palabras, se trata	Grado de recuperación.	Balances Metalúrgicos: Ley de concentrado. Recuperación metalúrgica.	Concentración alta y baja.

	de un proceso de sulfurización para darle características de un mineral normal de sulfuro de cobre.		Ratio de concentración	
<p>GENERALES DEL PROCESO:</p> <p>% de sólidos de la alimentación</p> <p>pH de la pulpa</p> <p>Densidad de pulpa</p> <p>Presión de pulpa (Kpa)</p> <p>Bias (ce / seg) J g (cm2 / seg)</p>	<p>Constituye de la fase sólida, líquida y gaseosa. En donde la parte solida corresponde a la materia de se le va separar, la líquida corresponde al agua y la gaseosa corresponde al aire. Cuando ya se encuentra cargada la celda de flotacion por la pulpa, se introduce aire, por la parte inferior de la celda con la finalidad de la generación de burbuja y asi desarrollar la separación del mineral valioso y la ganga.</p>	causas	<p>Eficiencia Económica (EE %):</p> <p>Valor de concentrado.</p> <p>Valor de o concentrado ideal.</p> <p>Valor de mineral de cabeza.</p> <p>Valor de mineral de cabeza ideal.</p>	Rentable o no rentable

CAPITULO IV

RESULTADOS

OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA DE LA PLANTA CONCENTRADORA DE LA COMPAÑÍA MINERA “CAUDALOSA” S.A

Mineral Procedente de: CHONTA – PRUEBA N° 1

Volumen de mineral a tratar : 386.500 TMS

Mineral del tipo: Polimetálico

Mineralógicamente contiene : Cu, Pb, Ag

De los cuales se obtuvieron los siguientes datos:

Elemento	Cabeza (%)*	Concentrado (%)*	Relave (%)*
Plata Ag	2.16	42.62	0.28
Cobre Cu	0.35	22.35	0.11
Plomo Pb	5.05	68.23	0.24

* ONZ / TM

1. Balance Metalúrgico

Producto	Peso	Leyes			Distribuciones			K
		Ag*	% Cu	% Pb	Ag*	% Cu	% Pb	
Cabeza	386.500	2.16	0.35	5.05	100.00	100.00	100.00	
Concentrado	69.567	42.62	22.35	68.23	89.51	75.31	96.16	
Relave	316.933	0.28	0.11	0.24	10.49	24.69	3.84	

$$\text{Calculo de "k"} \quad k = \frac{W_{\text{mineralcabeza}}}{W_{\text{mineralconcentrado}}} = \frac{386.500 \text{ TM}}{69.567 \text{ TM}} = 5.5558$$

Pagos:

Pb: se pagará el contenido de plomo menos 1 % menos una deducción de 10 ctv/ lb por concepto de refinación y entrega.

Cu: se pagará el contenido de cobre menos 1 % menos una deducción de 10 ctv/ lb por concepto de refinación y entrega.

Ag: se pagará el 90 % del contenido de plata menos \$ 0.35/ onza por concepto de refinación y entrega.

Deducciones:

Máquila : \$ 180.00

Flete terrestre: \$ 40.00

Otros (seguro y supervisión): \$ 5.00

Precios: "Cotización al 7 de Octubre del 2004"

Pb: \$ 980 / TM = 0.44 \$ / lb

Cu: \$ 350 / TM = 0.16 \$ / lb

Ag: \$ 7.12 / onza

Pagos:

Pb: (68.23 - 1)*2204.62*0.44 \$/ lb = \$ 652.15

Cu: (22.35 - 1)*2204.62*0.16 \$/ lb = \$ 75.31

Ag: (42.62*0.90)*7.12 \$/ onza = \$ 273.11

= \$ 1000.57

Deducciones:

$$\text{Maquila} = \$ 180.00$$

$$\text{Pb: } (652.15 + 1\%) = \$ 658.67 * 0.10 = \$ 65.87$$

$$\text{Cu: } (75.31 + 1\%) = \$ 76.06 * 0.10 = \$ 7.61$$

$$\text{Ag: } [42.62 - 42.62(0.1)] = \$ 38.36 * 0.35 = \$ 13.43$$

$$\text{Flete Terrestre} = \$ 40.00$$

$$\text{Otros (Seguros y Supervisión)} = \$ 5.00$$

$$= \$ 311.91$$

$$VCON (FOB) \quad \$ 1000 .57 \quad \$ 311 .91$$

$$VCON (FOB) \quad \$ 688 .66$$

$$VCAB \quad \frac{VCON (FOB)}{k} \quad \frac{\$ 688 .66}{5.5558} \quad \$ 123 .95$$

$$VCAB \quad \$ 123 .95$$

2. Balance Metalúrgico Ideal:

Considerando una recuperación del 100% de recuperación del cobre, plomo y plata y el concentrado esta compuesto de CHALCOPIRITA (34.66 % Cu), GALENA (86.6 % Pb) y plata en estado libre, para hallar el % ideal del concentrado se sigue el siguiente procedimiento.

La composición del concentrado será:

Producto	Peso	Leyes			Distribuciones			k*
		Ag*	% Cu	% Pb	Ag*	% Cu	% Pb	
Cabeza	386.500	2.16	0.35	5.05	100.00	100.00	100.00	
Concentrado	69.525	130.96	34.66	86.60	100.00	100.00	100.00	5.5591
Relave	316.975	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

$$Ag = (1.08 * 86.60) + (1.08 * 34.66) = 130.96$$

$$k^* = \frac{386.500}{69.525} = 5.5591$$

Pagos:

$$\underline{Pb}: (86.60 - 1\%) * 2204.62 * 0.44 \text{ \$/ lb} = \$ 830.35$$

$$Cu: (34.66 - 1\%) * 2204.62 * 0.16 \text{ \$/ lb} = \$ 118.73$$

$$Ag: (130.96 * 0.90) * 7.12 \text{ \$/ onza} = \$ 839.19$$

$$= \$ 1788.27$$

Deducciones:

$$\text{Maquila} = \$ 180.00$$

$$\underline{Pb}: (830.35 + 1\%) = \$ 838.65 * 0.10 = \$ 83.87$$

$$Cu: (118.73 + 1\%) = \$ 119.92 * 0.10 = \$ 11.99$$

$$Ag: [130.96 - 130.96(0.1)] = \$ 117.864 * 0.35 = \$ 41.25$$

$$\text{Flete Terrestre} = \$ 40.00$$

$$\text{Otros (Seguros y Supervisión)} = \$ 5.00$$

= \$ 362.11

$VCON (FOB)^* = \$1788.27 - \362.11

$VCON (FOB)^* = \$1426.16$

$VCAB^* = \frac{VCON (FOB)^*}{k^*} = \frac{\$1426.16}{5.5591} = \$256.54$

$VCAB = \$123.95$

$E.E = \frac{VCAB}{VCAB^*} \cdot 100 = \frac{\$123.95}{\$256.54} \cdot 100$

$E.E = 48.32\%$

Mineral Procedente de: CHONTA – PRUEBA N° 2

Volumen de mineral a tratar : 393.200 TMS

Mineral del tipo: Polimetálico

Mineralógicamente contiene : Cu, Pb, Ag

De los cuales se obtuvieron los siguientes datos:

Elemento	Cabeza (%)*	Concentrado (%)*	Relave (%)*
Plata Ag	2.29	54.19	0.28
Cobre Cu	0.39	25.84	0.11
Plomo Pb	4.79	71.32	0.23

* ONZ / TM

1. Balance Metalúrgico

Producto	Peso	Leyes			Distribuciones			K
		Ag*	% Cu	% Pb	Ag*	% Cu	% Pb	
Cabeza	393.200	2.29	0.29	4.79	100.00	100.00	100.00	
Concentrado	67.941	54.19	25.84	71.32	89.76	76.69	96.04	5.7874
Relave	325.259	.28	0.11	0.23	10.24	23.31	3.96	

$$\text{Calculo de "k"} \quad k = \frac{W_{\text{min eralcabeza}}}{W_{\text{min eralconcentrado}}} = \frac{386 .500 \text{ TM}}{69 .567 \text{ TM}} = 5.5558$$

Pagos:

Pb: se pagará el contenido de plomo menos 1 % menos una deducción de 10 ctv/ lb por concepto de refinación y entrega.

Cu: se pagará el contenido de cobre menos 1 % menos una deducción de 10 ctv/ lb por concepto de refinación y entrega.

Ag: se pagará el 90 % del contenido de plata menos \$ 0.35/ onza por concepto de refinación y entrega.

Deducciones:

Maquila : \$ 180.00

Flete terrestre: \$ 40.00

Otros (seguro y supervisión): \$ 5.00

Precios: "Cotización al 7 de Octubre del 2004"

Pb: \$ 980 / TM = 0.44 \$ / lb

Cu: \$ 350 / TM = 0.16 \$ / lb

Ag: \$ 7.12 / onza

Pagos:

Pb: (71.32 - 1)*2204.62*0.44 \$/ lb = \$ 682.13

Cu: (25.54 - 1)*2204.62*0.16 \$/ lb = \$ 87.62

Ag: (54.19*0.90)*7.12 \$/ onza = \$ 347.25

= \$ 1117.00

Deducciones:

Máquila = \$ 180.00

Pb: (682.13 + 1%) = \$ 689.00*0.10 = \$ 68.90

Cu: (87.62 + 1%) = \$ 88.50*0.10 = \$ 8.85

Ag: [54.19 - 54.19(0.1)] = \$ 48.77*0.35 = \$ 17.07

Flete Terrestre = \$ 40.00

Otros (Seguros y Supervisión) = \$ 5.00

= \$ 319.82

VCON (FOB) \$ 1117 .00 \$ 319 .82

VCON (FOB) \$ 797 .18

VCAB $\frac{VCON (FOB)}{k}$ $\frac{\$ 797 .18}{5.7874}$ \$ 137 .74

VCAB \$ 137 .74

2. Balance Metalúrgico Ideal:

Considerando una recuperación del 100% de recuperación del cobre, plomo y plata y el concentrado esta compuesto de CHALCOPIRITA (34.66 % Cu), GALENA (86.6 % Pb) y plata en estado libre, para hallar el % ideal del concentrado se sigue el siguiente procedimiento.

$$k = \frac{100}{\frac{LPb}{\% Pb} + \frac{LCu}{\% Cu} + (LAg)}$$

La composición del concentrado será:

Producto	Peso	Leyes			Distribuciones			k*
		Ag*	% Cu	% Pb	Ag*	% Cu	% Pb	
Cabeza	393.200	2.29	0.39	4.79	100.00	100.00	100.00	
Concentrado	67.899	138.84	34.66	86.60	100.00	100.00	100.00	5.7909
Relave	325.301	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

$$Ag = (1.145 * 34.66) + (1.145 * 86.60) = 138.84$$

$$k^* = \frac{393.200}{67.899} = 5.7909$$

Pagos:

$$\text{Pb: } (86.60 - 1\%) * 2204.62 * 0.44 \text{ \$/ lb} = \$ 830.35$$

$$\text{Cu: } (34.66 - 1\%) * 2204.62 * 0.16 \text{ \$/ lb} = \$ 118.73$$

$$\text{Ag: } (138.84 * 0.90) * 7.12 \text{ \$/ onza} = \$ 889.69$$

$$= \$ 1838.76$$

Deducciones:

Maquila	=	\$ 180.00
Pb: $(830.35 + 1\%) = \$ 838.65 * 0.10$	=	\$ 83.87
Cu: $(118.73 + 1\%) = \$ 119.92 * 0.10$	=	\$ 11.99
Ag: $[138.84 - 138.84 (0.1)] = \$ 124.96 * 0.35$	=	\$ 43.73
Flete Terrestre	=	\$ 40.00
Otros (Seguros y Supervisión)	=	\$ 5.00
		<hr/>
		= \$ 364.59

$$VCON (FOB) * \$ 1838 .76 \quad \$ 364 .59$$

$$VCON (FOB) * \$ 1474 .17$$

$$VCAB * \frac{VCON (FOB) * \$ 1474 .17}{k * 5.7909} \quad \$ 254 .57$$

$$VCAB \quad \$ 254 .57$$

$$E.E \quad \frac{VCAB}{VCAB * 100} \quad \frac{\$ 137 .74}{\$ 254 .57} \quad 100$$

$$E.E \quad 54 .11 \%$$

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Con la conversión del sistema de tratamiento bulk a diferencial (separación y doble separación) para el mineral procedente de la mina de Chonta, se obtuvo un concentrado de Pb promedio de 74.80 % con una recuperación de 92.40% y en concentrado promedio de Cu de 32.20 % y con una recuperación de 57.7 %.
2. Con el nuevo tratamiento diferencial (separación y doble separación), se obtiene 28.6 % TMS/ día de concentrado de plomo y 2.84 TMS/ día de concentrado de Cu, mientras que con el tratamiento de flotación bulk se obtiene 23.44 TMS/ día de concentrado bulk con un radio de concentración de 8.4.
3. El concentrado bulk se ha cotizado en aproximadamente \$ 133.725TMS y con el nuevo tratamiento diferencial (separación y doble separación) se tendría con el concentrado de plomo \$ 694.62 TMS y con el concentrado de Cobre \$ 209.46 TMS, lo que conllevaría a un incremento del 30 % en utilidades para la empresa.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Considerar mejorar el circuito de chancado, el cual deberá entregar un producto más fino, mejorando de esta forma el circuito de molienda primaria.

2. Medir y ajustar correctamente las densidades de la pulpa que se alimenta al circuito de flotación, en el overflow de los hidrociclones.

3. Mejorar el sistema de alimentación de reactivos manteniendo una velocidad constante de adición para no provocar una flotación inadecuada.

4. Es también muy importante el control estricto del grado de liberación del mineral, ya que desde su formación la mena de plomo tiene incrustaciones de cobre, zinc o viceversa, como de igual manera con la pirita, como también en forma periódica debe ser revisado la carga moledora de los molinos, la clasificación de los ciclones y el tiempo de acondicionamiento de la pulpa.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1 Bibliografía

ALMIRÓN, C. (2016). "ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA AMPLIACION DE PRODUCCIÓN DE 8500 A 10500 TMS DIA PLANTA CONCENTRADORA PARAGSHA –UNIDAD ECONÓMICA CERRO DE PASCO". *Pregrado*. UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN, Arequipa.

Artica, M., & Rivera, J. (2015). OPTIMIZACION DEL PROCESO DE FLOTACION DE LA CALCOPIRITA EN PRESENCIA DE LA PIRITA EN LA PULPA EN LA CONCENTRADORA AMISTAD CIA MINERA ARGENTUM. *Pregrado*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU, Huancayo.

Blogspot. (9 de 2012). *procesaminerales.blogspot*. Obtenido de PROCESAMIENTO DE MINERALES: <http://procesaminerales.blogspot.com/2012/09/clasificacion-de-particulas-tipos.html>

Bravo, A. (2003). *Manual de molienda y clasificación de minerales*. Casapalca: La EMPRESA MINERA YAULIYACU S.A EMYSA.

Doncel, L. (2018). *academia.edu*. Obtenido de PROCESO DE FLOTACIÓN: https://www.academia.edu/27527566/PROCESO_DE_FLOTACION

Melgarejo, Y. (2018). “Resistencia del concreto F’C=210 kg/cm² con sustitución del cemento en 4% y 8% por relave de la mina Potosí”. *Pregrado*. UNIVERSIDAD “SANPEDRO”, Huaraz.

MUCHA, E. (2019). *Flotacion de Minerales*. Huancayo : Univerdad Continental .

Orellana, G. (2014). Prospección y evaluación de síntomas y signos de enfermedades en especies forestales del campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina. . *Pregrado*. Universidad Nacional Agraria La Molina , Lima.

Quijua, A. (2018). *Flotacion de Minerales* . Lima : Instituto de Educación Superior en Perú.

Quiñones, L. (2012). ESTUDIO DE LA PROBLEMÁTICA METALÚRGICA DE LOS MINERALES DE ZINC EN EL CONCENTRADO DE LAMINA QUIRUVILCA . *Pregrado*. Universidad Nacional del Centro del Peru , Huancayo.

Salcedo, B. (2015). Estudio para mejorar la recuperacion de estaño mediante flotacion inversa de sulfuros en la planta piloto Bofedal II de la unidad San Rafael Minsur S.A. *Pregrado*. Universidad Nacional de San Agustin, Arequipa.

Santa Maria, J. (2014). *Deposito de relaves* . Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos .

Serratos, A. (2016). *Flotacion* . Instituto Tecnológico de la Laguna .

TECSUP. (2015). *Flotacion*. Lima: Instituto de Educación Superior en Perú. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/328703926/Flotacion-11-05-15-para-dictar-pdf>

VILLEGAS, A. (2015). "OPTIMIZACION DEL TRATAMIENTO DE MINERALES AURIFEROS POR EL METODO DE CARBON EN PULPA (CIP) EN LA PLANTA DE BENEFICIO DOBLE "D" MINERA COLIBRI". *Pregrado*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN, Arequipa.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PROBLEMA GENERAL Y ESPECIFICOS	OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICO	HIPOTESIS GENERAL Y ESPECIFICAS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	POBLACION Y MUESTRA DE ESTUDIO
<p>“PROCESO DE FLOTACION DE COBRE METALICO A PARTIR DE ESCORIAS DE FUNDICION”</p>	<p>Problema General.</p> <p>¿En qué medida podrá Mejorar la recuperación del proceso a nivel planta para este tipo de mineral, por ello se requiere encontrar los niveles óptimos de las variables ligadas a la recuperación en la Planta Procesadora de minera santa ana S.A.C?</p> <p>Problemas Específicos.</p> <p>¿De qué manera Diseñar el Flowsheet adecuado para el tratamiento de los óxidos de cobre, y plantear los puntos de dosificación de reactivos y porcentaje de preparación para el proceso?</p> <p>¿En qué porcentaje se puede Mantener un mejor control de las variables de la flotación, en la Planta Procesadora minera santa ana S.A.C?</p> <p>¿En qué cantidad y proporción se aplicara el reactivo sulfurizante, para que la recuperación sea optima en la Planta Procesadora minera santa ana S.A.C?</p>	<p>Objetivo General.</p> <p>Optimizar la recuperación del óxido de cobre a nivel laboratorio mediante la técnica de diseños experimentales del mineral oxidado en la Planta Procesadora minera santa ana S.A.C</p> <p>Objetivos Específicos.</p> <p>Mejorar el Diseño del Flowsheet adecuado para el tratamiento de los óxidos de cobre, y plantear los puntos de dosificación de reactivos y porcentaje de preparación para el proceso</p> <p>Determinar la influencia del control de las variables de la flotación, en la Planta Procesadora de minera santa ana S.A.C.</p>	<p>Hipótesis General.</p> <p>Si la Planta Procesadora de minera santa ana S.A.C mediante la técnica de diseños experimentales optimiza la recuperación del mineral oxidado de cobre a nivel laboratorio</p> <p>Hipótesis Específicos</p> <p>Se podrá controlar el tratamiento de recuperación los óxidos de cobre con el Diseño del Flowsheet para plantear los puntos de dosificación de reactivos en proceso</p> <p>Se podrá controlar la influencia del de las variables de la flotación, en la Planta Procesadora de minera santa</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE (CAUSA)</p> <p>Molienda: 65 – 70% malla-200</p> <p>Tiempo de Residencia</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE: (EFECTO)</p> <p>% de sólidos de la alimentación</p> <p>pH de la pulpa</p> <p>Densidad de pulpa Presión de pulpa (Kpa)</p>	<p>Son técnicas en donde se aprovecha las propiedades físico-químicas de la superficie de la partícula sólida para desarrollar la selección. Es un proceso por el cual se sulfuriza el óxido de cobre en otras palabras, se trata de un proceso de sulfurización para darle características de un mineral normal de sulfuro de cobre.</p> <p>Constituye de la fase sólida, líquida y gaseosa. En donde la parte sólida corresponde a la materia de se le va separar, la líquida corresponde al agua y la gaseosa corresponde al aire. Cuando ya se encuentra cargada la celda de flotación por la pulpa, se introduce aire, por la parte</p>	<p>Balances Metalúrgicos:</p> <p>Ley de Concentrado</p> <p>Recuperación metalúrgica.</p> <p>Ratio de concentración</p> <p>Eficiencia</p> <p>Económica (EE %):</p> <p>Valor de concentrado.</p>	<p>POBLACION</p> <p>Planta Procesadora minera santa ana S.A.C</p> <p>MUESTRA</p> <p>victoria</p>

		<p>se aplicara el reactivo sulfurizante, para que la recuperación sea optima en la Planta Procesadora de minera santa ana S.A.C</p>	<p>ana S.A.C</p> <p>Se dosificara el reactivo sulfurizante, a concentraciones del 10% para que la recuperación sea optima en la Planta Procesadora de minera santa ana S.A.C</p>	<p>Bias (ce / seg) J g (cm2 / seg)</p> <p>INDICADORES</p> <p>de sólidos de la alimentación</p> <p>pH de la pulpa</p> <p>Densidad de pulpa Presión de pulpa (Kpa)</p>	<p>inferior de la celda con la finalidad de la generación de burbuja y asi desarrollar la separación del mineral valioso y la ganga.</p>	<p>Valor de o concentrado ideal.</p> <p>Valor de mineral de cabeza.</p> <p>Valor de mineral de cabeza ideal.</p>	
--	--	---	--	---	--	---	--

JURADO EVALUADOR DE TESIS

Dr. Ruiz Sánchez, Berardo Beder
Presidente

M(o). Rodríguez Espinoza, Ronald Fernando
Secretario

M(o). Ipanaque Roña, Juan Manuel
Vocal

Dr. Sánchez Guzmán, Alberto Irhaam
Asesor