



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

Optimización de molienda en molinos de bolas a nivel de laboratorio en
Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico

Autores

Carlos Alberto Fayro Alva Diaz

Jeffersson Sidney Leyva Solis

Asesor

M(o). Juan Manuel Ipanaque Roña

Huacho - Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

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

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

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

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA

INFORMACION DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Carlos Alberto Fayro Alva Diaz	70386279	13 de diciembre del 2023
Jeffersson Sidney Leyva Solis	46220329	13 de diciembre del 2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o). Juan Manuel Ipanaque Roña	32952515	0000-0003-2695-9802
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Dr. Alberto Irhaam Sánchez Guzmán	15758117	0000-0003-1575-8466
M(a) Helen Analí Zapata del Solar	44067559	0000-0002-5347-6155
M(o) Héctor Jorge Castro Bartolomé	15601765	0000-0002-2941-2565

Borrador 3

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	renatiqa.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	vsip.info Fuente de Internet	

**Optimización de molienda en molinos de bolas a nivel de laboratorio en Minera
Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020**

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicado a Dios por darme salud y años de vida.

A mis padres **Lidovina y Marcelo,**

A mi hijo **Gérard Leyva**

Y mi familia, y a todas las personas que estuvieron ahí apoyando para salir adelante

A la familia de mi pareja **Gago Polo** por ayudarme a surgir profesionalmente en esta vida. Especialmente a la **Sra. Rosita Polo,** gracias por todo.

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater por acogerme en sus aulas

A los docentes que estuvieron ahí
APOYANDO en mis estudios y quién guío
para acabar mis estudios gracias

A todas las personas que de una u otra manera
fueron parte de este proyecto

INDICE

ÍNDICE	6
RESUMEN.....	9
ABSTRAC.....	10
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	11
1.2 Formulación del Problema	12
1.2.1 <i>Problema General</i>	12
1.2.2 <i>Problemas Específicos</i>	12
1.3 Objetivos de la Investigación.....	12
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	12
1.3.2 <i>Objetivo Especifico</i>	12
1.4 Justificación de la Investigación.....	11
1.5 Delimitación del Estudio.	11
1.6 Viabilidad del Estudio.	11
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	12
2.1. Antecedentes de la Investigación	12
2.1.1. <i>Investigación Internacional</i>	12
2.1.2. <i>Investigación Nacional</i>	13

2.2.	Bases Teóricas	15
2.2.1.	Molienda	15
2.2.2.	Molinos de bolas	17
2.3.	Definiciones conceptuales	21
2.4.	Hipótesis de la Investigación.....	23
2.4.1.	Hipótesis General	23
2.4.2.	Hipótesis Específicos	23
2.5.	Operacionalización de Variables e Indicadores	24
CAPITULO III METODOLOGIA		25
3.1.	Diseño Metodológico.	25
3.2.	Población y Muestra	26
3.3.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	26
3.4.	Técnicas para el Procesamiento de la Información.	27
CAPITULO IV RESULTADOS.....		28
4.1.	Análisis de resultados	28
4.1.1.	Condiciones de trabajo.....	28
4.1.2.	Operaciones	28
4.1.3.	Equipos e instrumento	28
4.2.	Preparación y procedimiento de la muestra.....	32

4.2.1. Con Recursos Externos	32
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
5.1 Conclusiones.....	33
5.2 Recomendaciones	34
CAPÍTULO VI FUENTES DE INFORMACION	35
6.1. Fuentes Bibliográficas	35
ANEXOS.....	38

RESUMEN

Objetivo: Determinar optimización molienda en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020. Evaluar eficiencia de la optimización de molienda en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020. **Métodos:** Es aplicada, permite resolver problemas de la sociedad y empresas apoyándose en la investigación básica (Namakforoosh, 2005). En esta investigación, buscará la optimización del molino de bolas de 8"x12" del laboratorio de la unidad minera, las operaciones que realizan al transportar de la mina el mineral a planta en preparación mecánica o conminucion, finalidad de preparar el mineral para los procesos posteriores, concentración de minerales o recuperación de metales valiosos. (Cábala, 1990). **Resultados:** Investigación a realizar, el mineral se pesa 5 kg a 100% malla – 10 y se homogeniza por coneo luego se procedió a cuartear hasta obtener 1 kg de mineral representativa. Esta muestra representativa de 1 kg de mineral se homogenizo y se realizó el muestreo por método de incremento, para tomar una muestra de 250 g que se utilizara para la caracterización del mineral. **Conclusión:** Minera Atahualpa Chala, alcanzo incremento substancial capacidad de molienda, y disminución de costos por tonelada producida. Se mejora relación molienda/capacidad, implementando eficiencia de molienda en los molinos de bola 8"X12"., obtenido en el laboratorio

Palabras clave: Mina, optimización, coneo, cuartear, conminucion.

ABSTRAC

Objective: Determine grinding optimization in 8"x12" ball mills at laboratory level at Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020. Evaluate efficiency of grinding optimization in 8"x12" ball mills at laboratory level at Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020. **Methods:** It is applied, it allows solving problems of society and companies based on basic research (Namakforoosh, 2005). In this research, the optimization of the 8"x12" ball mill in the mining unit laboratory will be sought, the operations carried out when transporting the mineral from the mine to the plant in mechanical preparation or comminution, the purpose of preparing the mineral for the processes later, concentration of minerals or recovery of valuable metals. (Cabalah, 1990). **Results:** Research to be carried out, the mineral is weighed 5 kg at 100% mesh - 10 and homogenized by coneing, then quartered until obtaining 1 kg of representative mineral. This representative sample of 1 kg of mineral was homogenized and sampling was carried out by the increment method, to take a 250 g sample that would be used for the characterization of the mineral. **Conclusion:** Minera Atahualpa Chala achieved a substantial increase in grinding capacity, and a decrease in costs per ton produced. Grinding/capacity ratio is improved, implementing grinding efficiency in 8"X12" ball mills, obtained in the laboratory

Keywords: Mine, optimization, coneo, quartering, comminution.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

Las concentradoras, operaciones procesamiento minerales, persistencia evaluar la optimización de la molienda a nivel de laboratorio durante su vida útil, obteniendo valores de interés en los minerales polimetálicos de cobre, plomo, zinc, arsénico, a realizar la investigación cuantitativa descriptiva de la optimización de molienda en molinos de bolas a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa -2022, con la finalidad de recuperación de minerales por medio de concentración de los minerales.

Los minerales que contienen una ley óptima de menas que contienen minerales polimetálicos de interés comercial, cada día se vienen agotando y su explotación se torna difícil. La minera Atahualpa, especializada en recuperar minerales: plomo, cobre, zinc; su planta concentradora, laboratorio realizara la investigación en optimización en molienda de los molinos de bolas, destacando dicha unidad, donde se evidencia la existencia de presencia en la molienda los sulfuros en diferentes grados a diferentes minerales con control difícil de manejar.

Se considera la minera enteramente polimetálica en galena, esfalerita y cobre, se ratifica en los sulfuros, determinando la afirmación en dicha investigación a realizar, con gran interés en la molienda en los molinos de bolas. La caracterización en una planta concentradora, la sección de preparación mecánica se maneja el mineral en dos estados: estado sólido y seco, donde se produce la trituración y clasificación en zarandas. Y, estado líquido, viene a ser la pulpa en la molienda y clasificación por vía húmeda, encontrándose presente los ciclones, clasificadores de rastrillos, helicoidales, en plantas de pequeño tonelaje

1.2 Formulación del Problema.

1.2.1 Problema General.

¿Será posible optimización en molienda molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020?

1.2.2 Problemas Específicos.

¿Cuál será el tiempo optimización en molienda molinos bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020?

¿En qué medida las mallas influirán en la optimización de moliendas a partir molinos de bolas 8"x12" nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020?

¿Cuál será la eficiencia de la optimización de molienda en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar optimización molienda en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020.

1.3.2 Objetivo Especifico

Evalúa tiempo optimización molienda molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.

Evaluar medida de mallas que influirán en la optimización de moliendas a partir molinos de bolas 8"x12" nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020.

Evaluar eficiencia de la optimización de molienda en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020.

1.4 Justificación de la Investigación

Según lo expuesto la realidad problemática y los problemas planteados, es importante optimización de molienda en molinos de bolas a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020, obteniendo una rentabilidad económica, contribuyendo como ingresos de rentas al estado e invirtiendo en educación, salud, infraestructura de desarrollo, investigación.

Del proceso, optimización de molienda en molinos de bolas a nivel de laboratorio nos permite recuperar minerales plomo, zinc y el cobre, minimizando contaminación ambiental, convirtiendo en minería sustentable. Objetivo de universidad, formar profesionales investigadores y fortalecimiento en sociedad.

1.5 Delimitación del Estudio.

Se realiza investigar laboratorio del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales (CIyDTM), con coordenadas de localización del laboratorio (-11.126155, -77.609280), se encuentran en Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica - Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión en la ciudad Huacho, provincia Huaura, departamento Lima Perú, periodo 2022.

1.6 Viabilidad del Estudio.

El validar el análisis químico de muestras, corridas y los resultados, y los equipos necesarios del CIyDTM.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Investigación Internacional.

Para Bragin, Burdakova, Kondrat'eva, Plotnikova, & Baksheeva (2018) en su investigación sobre “Flotabilidad de oro de relaves antiguos” publicado en Springer es un trabajo experimental. El estudio a relaves contenía minerales (sulfuros, óxidos y mixtos) encontrándose como mineral primario en toda la relavera, tanto los actuales como los más antiguos. El relave contenía un promedio de 0.57 g/t a 0.61 g/t de oro, con una granulometría menor a 44 micras del orden del 55%. El proceso de tratamiento se realiza con una molienda de 5 minutos, seguido de dosificación de los reactivos dispersantes SHPM 500g/t, CuSO₄ 60 g/t, kerosene 100 g/t, xantato de butyl 608 g/t, flotanol 40.8 g/t con treinta y uno minutos de acondicionamiento seguido de una flotación de 16 minutos, obteniendo como resultado una recuperación de 30 a 45.6% de oro con un desplazamiento del 0.27 a 0.19 g/t al relave. Concluyendo que aproximadamente el 50% de oro es recuperable sin usar ninguna tecnología.

Romero, Romero, & Redrovan (2019) es su trabajo referente a “*Efecto de la variación de los colectores Z6, 404 y 1208 en la flotación a granel de pirita y arsenopirita aurífera*”. Publicado en Revista Bolivariana - Química Ecuador. Es un trabajo experimental y se emplea una mezcla de colectores primarios y secundarios el Z6 más A404 y Z6 más el A1208, al 10% y 100%, utilizando como activador CuSO₄ al 10%, dispersante silicato de sodio y el espumante 350, con porcentajes de sólidos utilizados al 27%, 30%, 33% y 37%, obteniendo una mejor recuperación con 33% de sólidos en la pulpa, con el colector secundario A-404 tiene mejor recuperación al 10%, cuando se emplea dispersante lama, mientras que el A-1208 al 100% sin dispersante de lama tiene mejor recuperación de oro.

Por otra parte, la disminución del Z6 y activador tienen mejora en la recuperación. Concluyendo que los colectores secundarios no influyen significativamente estadísticamente, calculado valor “p” mayor 0.05, mientras porcentaje sólido en pulpa, al influir significativamente recuperar. Porque valor p calculado menor 0.05 (p.81).

Valencia (2018), trabajo realizado sobre “*Flotación rougher de un mineral aurífero complejo asociado a sulfuros polimetálicos*” presentado Universidad del Azuay, Ecuador. Es un trabajo experimental. Para realizar la flotación se emplearon como colector xantato amílico de potasio, activador sulfato de cobre, depresor sulfato de zinc, espumante MIBC y arerofloth 25, regulador de pH carbonato de sodio a un pH de 7-9. Obteniendo el mejor resultado en la prueba 8 para el oro con 58.90 g/t de oro, 60.84 g/t plata con una recuperación de 58.41% Au y 60.29% Ag, a un pH de 10.5, en tiempo 20 minutos y densidad en pulpa 30% sólido. Concluyendo que el colector, espumante, activador influyen positivamente en la calidad superior al 30 g/t y recuperación de oro, mientras que el depresor influye negativamente en la recuperación.

2.1.2. Investigación Nacional.

Feria (2021) en la investigación “*Estudio de investigación para recuperar oro y plata de relaves de flotación polimetálica*” que se presentó a la UNSA Perú, fue experimental.

Se realizó en relaves con leyes 1.99 g/t de oro, 7.20 g/t de plata y granulometría 80% pasante en malla 200 con presencia de pirita, arsenopirita, incrustado en el cuarzo a una granulometría 20 a 50 micras, realizando pruebas de flotación con adición de reactivos de flotación empleados para el oro Z-11, MIBC, al obtener una recuperación del 61% de oro, permitiendo aplicar un diseño experimental en la remolienda 80% pasante a malla 400 y adición de reactivos Z-6, DF-250 y CMC, obteniendo oro 72.8% de recuperación y 64% de plata.

Tancayllo (2018) en su trabajo titulado “*Flotación y cianuración de los relaves de Ticapampa propiedad de la compañía minera Lincuna*”, publicada por UNSA Perú. Es un trabajo experimental, con las condiciones para la flotación y granulometría pasante malla 200 el 65%, a un pH 4.5, con la adición de sulfuro de sodio en la molienda, seguido con el acondicionamiento de 7400 g/t H₂SO₄, 150 g/t A-404, 28 g/t MIBC. Obteniendo como resultado 113.6 g/t Ag, 6.65 g/t Au con una ratio de concentración del orden de 5.83. Concluyendo que la mejor recuperación es por flotación, con una sulfuración previa en la molienda, obteniendo 37% de plata y 73.58% de oro recuperables (p.45).

Sucapuca (2019) según la investigación relacionada “*Optimizar la recuperación de oro y plata aplicando los procesos de flotación y cianuración a los relaves provenientes de los tratamientos gravimétricos en la zona de Las Lomas – Piura*”, correspondiente UNAS - Perú.

Realizó un estudio experimental. En el relave, encontramos el oro como oro grueso de un tamaño de 100 a 400 micras, asociado a la ganga y piritita a un espesor 5 - 50 micras, con la adición de A-242, Z-6, RS370, SiO₃Na y CaO. Se obtuvo como resultado en la molienda llevado a cabo en las tres pruebas: 20, 26 y 32 minutos, con resultado a una granulometría pasante malla 200 el 79.82%, y un concentrado 2.698 g/t Ag, 1.2 g/t de oro con una recuperación de 96.44% oro, 70.07% de plata. Se concluye a mayor liberación se tiene una mejor recuperación (pp.92-103).

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Molienda.

La molienda, conminución en los minerales, se consume energía universal 2% de la energía producida, se pierde energía en la molienda a través de calor, vibración, sonido. En esta etapa la energía gastada, se considera 50% en todas las operaciones del procesamiento de minerales (Fuerstenau & Han, 2009). En una concentración limpia y óptima, como liberación de los minerales, el gasto de molienda se considera un tamaño menor 100 μm (Wills & Finch, 2016).

Se considera la liberación del mineral en el molino a una eficiencia del 75%, a una relación matemática en 1/10, es decir en una remolienda al ingresar el mineral 1 mm, se producirá 0.1 mm (100 μm), si el tamaño de partícula alimentada es 0.1 mm, el producto obtenido será 0.01 mm (10 μm). Está relacionado liberar el mineral, es necesario saber la asociación y el tamaño de las partículas valiosas, al utilizar la concentración mediante una flotación, en función a ello, es pertinente el tamaño del medio molidora a usar para una liberación adecuada de los componentes valiosos (Wills & Finch, 2016).

Para una liberación del mineral en el molino, se tienen ciertas condiciones: alimentación, porcentaje de sólidos, velocidad de operación, granulometría de alimentación, tamaño de medio molidor, forma de descarga, etc., obteniendo una molienda al interés buscados.

La función de la remolienda de los minerales, es liberar aquellos minerales que se encuentran asociados en los sulfuros y cuarzos existentes de los minerales que no tienen valor comercial, es necesario buscar un parámetro óptimo de liberación, al obtener una superficie adecuada para la absorción de los colectores que puedan ser hidrofóbica y ser colectado a la superficie de las burbujas (Porras, 1997).

2.2.1.1. Variables de molienda.

Algunas que intervienen en la molienda como densidad de pulpa, carga moledora, alimentación, porcentaje de sólidos, velocidad de operación, granulometría de mineral que alimenta al molino, diseño de chaquetas del molino, tiempo de molienda, forma de descarga, forma de instalación del molino, carga circulante, etc. (Azañero, 2015), según como se aplica intervienen en la liberación del mineral, con resultado en forma positiva o negativa.

Carga moledora:

Porcentaje de sólido: en el circuito de molienda en molino de bolas, se considera entre 65% a 80% de sólidos, obteniendo una viscosidad óptima al realizarse. A medida las partículas del mineral sean menores, la densidad de pulpa es menor (Wills, 1994).

Granulometría de mineral alimentado: al circuito de molienda primaria convencional es menor a $\frac{3}{4}$ " en promedio, mientras que en los molinos SAG, se pueden alimentar menor a 6" de tamaño. En la remolienda, el mineral alimentado al molino es el producto de la clasificación de la parte gruesa (Arrau, 2006).

Tiempo de molienda: espacio que permite la retención del mineral en el molino, finalidad de ser reducido, esto va a depender de la carga del mineral y el agua alimentados al molino.

Como se descarga:

Carga circulante: considerado material que retorna al circuito de molienda que fue rechazado en clasificación del hidrociclón, por tamaño o alta densidad del mineral. Tamaño de mineral rechazado, se reduce para cumplir las condiciones en flotación, y el mineral que tiene alta densidad es la carga que interfiere en forma negativa, con ello se producirá lamas que en el siguiente proceso tendrá su consecuencia y al mismo tiempo ocupa espacio en el molino y baja su eficiencia.

2.2.2. Molinos.

En planta concentradora, finalidad liberación del mineral adecuado al procedimiento, es necesidad reducir las dimensiones del tamaño de 7 a 15 mm a un producto 48 a 100 mallas, si es necesario. Realiza en dos etapas, en primer lugar, descarga en planta chancado a un producto de 10 mallas siguiendo la segunda etapa a un producto liberado 48 - 100 mallas, en ocasiones más fino ver, según tabla 2.

Tabla 2

Relación entre malla máxima de molienda y el Producto de -200 mallas

% sobre las mallas	Corresponde % de -200 m.
48	45 - 50%
65	55 - 60%
100	70 - 75%
150	85 - 90%
200	95%

Fuente: P. Robones. Flotation Plant Practice, Mining Publication Ltd. London, 1957.

Las operaciones al reducir tamaño, siempre son alto costo por consumo energía, ejemplo molienda y desgastes otros equipos. Limitarse lo necesario en metalúrgica, al moler mineral, evitando lamas finas, razón en molienda se intercalan operaciones de clasificación, eliminando en circuito molienda partículas de minerales han adquirido tamaño adecuado. (Sutulov, 1963).

El circuito de molienda primaria, usa molinos cilíndricos tipo Marcy, su ventaja buen rendimiento y capacidad, también pueden ser barras o bolas de acero en molienda. Molinos de barras, usan al producir descarga pareja y sin lamas. Los molinos de bolas, es necesario cuando el mineral no produce muchas lamas.

Molinos de barra, no es necesario intercalar clasificadores en el circuito, el mineral se obtiene con granulometría adecuada, no se necesita separaciones adicionales. Circuito primario con molinos de bolas, usar clasificadores se elimina los finos, devolviendo el sobrante a la molienda. Carga circulante del molino no es grande, alcanza aproximadamente 150%. (Sutulov, 1963).

En molienda, última etapa del proceso reducción tamaño de partículas da lugar a metálicos (molinos barras o bolas) o no-metálicos pebbles (guijarros), también mismo mineral, llamadas ...molienda autógena.

Medio moedor: permite la liberación de los minerales, constituido por bolas acero, fragmenta a los minerales por su peso. Dependiendo el tamaño de las bolas los molinos primarios, secundarios, remolienda, del alimento y producto deseado al siguiente proceso; caso de remolienda, las bolas deben ser menores 2". Los molinos verticales de remoliendas, las bolas pueden estar entre 17mm a 19 mm, la carga de bolas al molino es del 72% ...carga los molinos de bolas que puede ser entre 40% a 45% (Porras, 1997).

Velocidad de operación: el movimiento de los molinos, permite la interacción del mineral con el medio moedor, la caída del medio moedor por catarata, cascada que produce impacto para la liberación del mineral y también la liberación por abrasión. La velocidad del molino está relacionada en función al diámetro del molino conocido como velocidad crítica, esta velocidad permite que las bolas giren pegadas a las paredes del molino, conservando una fracción de la velocidad permitiendo obtener una caída de las bolas por catarata y cascada, aprovechando la máxima energía de impacto para una liberación del mineral, la velocidad estará entre 65% a 80% de su velocidad crítica para molinos de bolas. Mientras que una molienda más fina necesita una abrasión para realizar una liberación más óptima (Wills, 1994).

Diseño de chaqueta: permite el levantamiento de las bolas formando las cascadas y

cataratas en la molienda del mineral, el desgaste de las chaquetas su rango es entre 0.11 kg/t a 0.16 kg/t, kilogramos de chaqueta por kilogramo de mineral procesado (Porrás, 1997).

Forma de instalación del molino: es de forma vertical y horizontal. Donde los horizontales se aplican a un proceso convencional. Los verticales que se aplica a molienda fina o ultra fina para una liberación más óptima y la descarga lo hace por rebose.

2.2.2.1. Variables de molinos de bolas.

Proceso concentración, los minerales en flotación, intervienen una serie de elementos desde su preparación hasta la separación del mineral, estos factores más resaltantes: liberación del mineral, reactivos, pH y densidad de pulpa o porcentaje sólido, velocidad de agitación, tiempo acondicionamiento y flotación, la calidad agua, inyección de aire, etc. (Azañero, 2015).

Granulometría: El tamaño de mineral que debe tener para la flotación está entre la malla 48 y la malla 200, para obtener de una manera efectiva los minerales valiosos sulfuros (Porrás, 1997). Sin embargo, esto depende del tipo de celdas ya sea mecánica o neumática.

Porcentaje de sólidos: para minerales sulfurados tiene ampliorango entre 20% a 40%, pero un rango más empleado esta entre 25% a 35%, estos rangos sonreferenciales por lo que el porcentaje de sólidos se encontrarán en la pruebas experimentales y aplicaciones industriales al momento de poner en marcha una planta concentradora (Metson, 2004).

Velocidad de agitación: La agitación mecánica permite que la mineral tienda a mezclarse con los reactivos y que se encuentren en suspensión las partículas. En la flotación de desbaste o recuperación alta velocidad de agitación 1200 rpm a 1400 rpm, mientras que la limpieza, la velocidad de agitación es menor entre 800 rpm a 900 rpm (Arrau, 2006).

para modificar las condiciones actuales y para que actúen es necesario un determinado tiempo por ello es importante el tiempo adecuado de acondicionamiento (Porras, 1997).

2.2.3. Molienda de minerales sulfuros.

Al flotar los minerales sulfuros ...contienen cobre, plomo, zinc, hierro, ricos, elementos nocivos arsénico, antimonio, se emplean distintos colectores para flotarlos. Por lo tanto, en la selección de los colectores intervienen los minerales que contienen elemento metálico, minerales sulfuros, minerales óxidos y la ganga. Estos minerales específicos pueden constituir una serie de minerales como minerales calcopirita, covelina, azurita, cobre nativo, óxidos de cobre, etc., en función a ello es necesario utilizar una combinación de doso más colectores y obtener un mejor resultado en la flotación en minerales (Cyttec, 2002).

2.2.3.1. Boca de carga y descarga o salida.

Es ubicar rodamientos en aberturas axiales. Efectuándose la carga según procedimientos:

- Admisión directa: ubicar en boca de entrada un tubo acoplado, alimentación es impulsada por ventilador o bomba.
- Tambor alimentación: movimiento giro de hélice, es introducir carga al molino.
- Alimentador de cuchara: de simple a doble, alimenta al molino y su efecto elevación de la carga.

Es usado como clasificadores de tornillo en circuitos cerrados

2.3. Definiciones conceptuales.

- a) **Concentración:** producto flotación, los minerales conformado sulfuros de interés económico.
- b) **Dosificación:** Es la forma de adicionar los reactivos al molino, acondicionador y a las celdas de flotación.
- c) **Liberación:** Es la expresión para ser separada una asociación de los minerales, ya sea en la molienda o la pulverización.
- d) **Menas auríferas:** Son minerales sulfurados donde se encuentran el oro incrustado en los minerales, entre ellos se tiene: pirita aurífera, arsenopirita, cuarzo, etc.
- e) **Menas de plata:** Son minerales sulfuros, óxidos con la presencia de plata como la argentita, Silvanita, etc.
- f) **Minerales sulfurados:** Son compuestos de uno o más elementos metálicos asociado al azufre entre ellos se tiene blenda, galena, calcopirita, arsenopirita, argentita, etc.
- g) **Pulpa:** Es la mezcla espesa o diluida compuesta de agua más mineral, conocida como densidad de pulpa expresada en masa sobre volumen (gramos por litro o t/m^3).
- h) **Coraza:** forma cilíndrica y resistente para exterior, donde van ancladas los revestimientos interiores.
- i) **Recuperación:** Es la expresión matemática del elemento a obtener se encuentra en el concentrado en relación a la cabeza multiplicada por cien.
- j) **Tiempo de acondicionamiento:** lapso del tiempo de acondicionamiento del mineral más los reactivos que cumplan las condiciones para la flotación de sulfuros.

- k) **Tiempo de molienda:** Es el Tiempo empleado en la liberación del mineral desde que ingresa al molino hasta que salga de este.
- l) **Cabezas laterales:** ligeras curvaturas en superficies circulares, soportando fuertes esfuerzos., introduciendo mineral por zona axial, boca de carga, parte opuesta extraemos la molienda.
- m) **Rodamientos:** al girar una pieza se facilita su movimiento, el rozamiento se disminuyen, y mediante carcasas estancas protege contra polvo.
- n) **Bancadas:** hormigón armado robusto, que soportara esfuerzos y carga del molino.
- o) **Piñón de ataque:** se considera debidamente protegido.
- p) **Rejilla:** existen determinados modelos o instalaciones de elemento interno de clasificación.
- q) **Blindajes de protecciones interiores:** existen materiales y formas diferentes, función proteger carcasa del molino en los efectos de molienda y disminuye ruidos.
- r) **Rejilla de salida:** es instalado en boca descarga rejillas, e impedir cuerpos sin triturar en entrada al clasificador.
- s) **Sistemas de acoplamiento:** corresponde al piñón y corona concéntrica del molino.

2.4. Hipótesis Investigación.

2.4.1. Hipótesis General.

Eficiencia óptima en molienda se obtendrá en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020.

2.4.2. Hipótesis Específicos.

Obtener el tiempo de optimización de molienda en los molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020.

Con una adecuada medida de malla va influir en la optimización de moliendas a partir en los molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020.

Obtener la eficiencia de optimización de molienda en los molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atahualpa S.A.C. Chala, Arequipa – 2020.

2.5. Operacionalización de Variables e Indicadores.

Tabla 1
Operacionalización de las variables

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicador
Independiente			
Optimización molienda.	Última etapa del proceso reducción en tamaño sobre las partículas del mineral en medios metálicos (molinos de bolas o barras) y no metálicos (guijarros) o propios del mineral (molienda autógena).	Optimización	- Tiempo - Malla - Eficiencia
Dependiente			
Molinos de bolas.	Tipo molino usado en reducción del tamaño de las partículas finas en valores permitiendo concentrar menas para flotar.	Parámetros	- Diámetro de las bolas
Intervinientes			- Muestreo.
Condiciones de trabajo	Son medios utilizados al realizar las pruebas de laboratorio controlados para un fin específico.		- Densidad del aguas y mineral. - Gravedad específica

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico.

3.1.1. Tipo de Investigación.

Es aplicada, permite resolver problemas de la sociedad y empresas apoyándose en la investigación básica (Namakforoosh, 2005). En esta investigación, buscará la optimización del molino de bolas de 8"x12" del laboratorio de la unidad minera, las operaciones que realizan al transportar de la mina el mineral a planta en preparación mecánica o conminucion, finalidad de preparar el mineral para los procesos posteriores, concentración de minerales o recuperación de metales valiosos. (Cábala, 1990)

3.1.2. Nivel de Investigación.

Se estudiará nivel relacional causas y efectos las variables en estudio (Bernal, 2006) como la granulometría, tiempo optimo, malla y la curva de eficiencia que tendrá efecto el molino y diámetros de bolas, y calidad del concentrado de las pruebas experimentales exploratorias.

3.1.3. Diseño de Investigación.

Del estudio, un pre - experimental, realizado a nivel laboratorio y después del proceso tendrá un efecto, estas variables en estudio no serán tomadas en cuenta de acuerdo una aleatoriedad (Carrasco, 2019).

3.1.4. Enfoque de Investigación.

Estudio a realizar tendrá investigación con enfoque cuantitativo, información obtenida las pruebas pre experimentales, se procesará con la finalidad de analizar y contrastarlos resultados con la hipótesis planteada (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.2. Población y Muestra.

3.2.1. La Población.

Serían los minerales de la minera Atahualpa S.A.C, del centro poblado de Chala, Arequipa., estos minerales fueron y siguen almacenados de las operaciones del concentrado de polimetálicos.

3.2.2. Muestra de la Investigación.

Para el estudio a realizar se extraerán las muestras de un mineral, aleatorio simple en promedio de 5 kg a 100% malla -10 llevando al laboratorio y realizar una homogenización por cono y después el cuarteo sistemático obteniendo muestra representativa de 1 kg de mineral promedio para realizar las pruebas experimentales exploratorias (Alfaro, 2002).

3.2.3. Unidad de Muestreo.

Elemento en población a estudiar de un mineral. Cada unidad a investigar pertenece a una unidad de muestreo (Dr. José Supo, 2019), el 1 kg de mineral obtenido, se homogeniza y se realiza el muestreo por incremento, la unidad 250 g utilizada para caracterización del mineral.

3.3. Técnicas e Instrumentos recolección de Datos.

3.3.1. Técnicas empleadas en la recolección los datos.

Empleará observaciones, como técnica en recolección de datos, obtenidas de las muestras y evaluándose la eficiencia del molino de bolas 8"x12" del proceso de molienda obteniéndose resultados reales durante la investigación de variables independientes obteniendo los elementos de las variables dependientes (Palella & Martins, 2012).

3.3.2. Instrumentos en recolección datos.

Instrumentos, lista cotejo y fichas observación se emplearán en el estudio para la recopilación de los datos, en ellos se registrará la información durante las observaciones de las pruebas experimentales para luego procesarlos recopilados (Silvestre & Huamán, 2019).

3.4. Técnicas procesamiento de información.

Sera empleara estadística descriptiva, obteniendo tablas de análisis de varianza, promedio, límites de distribución, promedio, varianza, rango etc., mediante un paquete estadístico como el minitab de acceso libre, Microsoft Excel de acceso libre. Esta información obtenida para la digitalización de la información se emplea procesador de dato de acceso libre, por otra parte, para la publicación y la distribución.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis resultado.

4.1.1. Las condiciones.

Muestreo:

Investigación a realizar, el mineral se pesa 5 kg a 100% malla – 10 y se homogeniza por coneo luego se procedió a cuartear hasta obtener 1 kg de mineral representativa. Esta muestra representativa de 1 kg de mineral se homogenizo y se realizó el muestreo por método de incremento, para tomar una muestra de 250 g que se utilizara para la caracterización del mineral.



Figura 20. Método del incremento para caracterización del mineral.

Densidad del Agua

Se realizó 3 pruebas, para ello se emplearon 3 picnómetros de 50 ml de volumen. Fueron llevados a la estufa para quitarle la humedad de su interior y así poder obtener una mayor precisión en los resultados, posteriormente pesé cada picnómetro vacío y también lleno de agua, que luego por diferencia obtuve el peso del agua.

Tabla 19.

Determinación de la densidad del agua

PRUEBA	w (picnómetro)	W H ₂ O	W picnómetro+agua (g)	V H ₂ O (ml)	ρ_{H_2O} (g/ml)
1	30.24	49.95	80.19	50	0.999
2	29.57	49.88	79.45	50	0.998
3	29.57	49.95	79.52	50	0.999
				Promedio	0.999

Fuente: Propia elaboración



Figura 21. Picnómetro con agua

Determinación de la Densidad del Mineral

Se pesaron 3 fiolas limpias y secas, agregaron muestras de mineral de 5, 10 y 15 g a cada fiola respectivamente y se procedió a pesar. Enrazamos agua a cada fiola con muestra, se pesó obteniendo los siguientes datos:

Tabla 20

Resultado de la densidad de mineral.

DENSIDAD DEL MINERAL								
Prueba	W_{FIOLA} (g)	W_{MINERAL} (g)	$W_{\text{FIOLA + MINERAL}}$ (g)	$W_{\text{FIOLA + MINERAL + H}_2\text{O}}$ (g)	$W_{\text{H}_2\text{O}}$ (g)	$V_{\text{H}_2\text{O}}$ (mL)	V_{MINERAL} (mL)	ρ_{MINERAL} (g/mL)
1	56.08	10.01	66.09	162.42	96.33	96.78	3.22	3.11
2	55.38	15.04	70.42	164.6	94.18	94.62	5.38	2.80
3	53.09	20.01	73.1	165.99	92.89	93.33	6.67	3.00
								2.97

Gravedad especifica (G.E)

Igual a densidad del mineral entre la densidad del agua para ello se empleará la densidad del agua y mineral obtenida en los procesos anterior.

Tabla 7:

Gravedad especifica del mineral

GRAVEDAD ESPECIFICA			
PRUEBA	$\rho_{\text{(H}_2\text{O)}} \text{ (g/ml)}$	$\rho_{\text{(MINERAL)}} \text{ (g/ml)}$	G. E
1	0.9959	3.11	3.12
2	0.995	2.80	2.81
3	0.9951	3.00	3.01
			2.98

Porcentaje de humedad (%H)

Se pesan las tres muestras: 5, 10 y 15 gramos respectivamente y se colocan en bandejas de metal y son llevadas a la estufa programada a 100 °C por un tiempo de 1 hora y 30 minutos. Luego se seca las muestras las llevamos al desecador para proceder a pesar.

Tabla 8

Cálculo del porcentaje de humedad.

% de Humedad			
Prueba	W _{MINERAL HUMEDO} (g)	W _{MINERAL SECO} (g)	% Humedad
1	5.03	4.97	1.19
2	10.07	9.92	1.49
3	15.03	14.86	1.13
			1.27

4.2. Preparación y procedimiento de la muestra.

El suministro floculante es en forma sólida, considerando se prepara sistemas automáticos en línea, etc, se toma como alimentador molino de tornillo, suministra reactivos sólidos en el tanque: primero (etapa de mezcla) ingresando flujo de agua fresca (“Tanque 570-TK-001”) se enlaza más alimentador preparando solución 0.3% concentración. La solución pasa segundo tanque (etapa de maduración) al usar rebose y luego tercer tanque (de Almacenamiento). Al dosificar el floculante utiliza ...bombas dosificadoras 610-PU-004/005/006 (2 operativas y 1 stand-by), enviando ...reactivo al cajón distribuidor 610-BX-001.

En planta de beneficio, representa muestreo relave en recipiente apropiado, 6 horas cada 20 minutos. Al tomar lectura cada hora, densidad y % sólidos, en la balanza marcy. Según, Palli C, (2016) en su tesis:

- Se homogeniza la pulpa, asegurando “buena suspensión de todas las partículas”.

- La pulpa, almacena en probetas capacidad un litro, en cada una su densidad de pulpa, durante el muestreo usando una balanza electrónica.
- Se marca el punto de referencia con nivel de pulpa, tomando apunte tiempo usando cronometro.

Se agitar moderadamente la probeta, al suspender las partículas en su interior, cuidando en no derramar parte de pulpa, se inicia la prueba, encontrándose la velocidad de sedimentación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Minera Atahualpa Chala, alcanzo incremento substancial capacidad de molienda, y disminución de costos por tonelada producida.

Se mejora relación molienda/capacidad, implementando eficiencia de molienda en los molinos de bola 8"X12"., obtenido en el laboratorio

La optimización de resultados del circuito de molienda en serie, nos recomienda modificar la densidad de pulpa alimentada, evitando el circuito tenga una operación inestable.

La eficiencia de liberación partículas finas es más eficiente sobre partículas gruesas del tiempo. Eficiencia, las partículas finas llega a 99.93% en 20 minutos, mientras que las partículas gruesas llegan a una eficiencia de molienda de 34.76% en 20 minutos.

El 80 % pasante en el tiempo decrece, a los 5 minutos 228.58 μ y en 20 minutos de 145.81 μ . El radio de reducción crece en el tiempo de 1.28 en 5 minutos y de 2.01 en 20 minutos

5.2 Recomendaciones.

- Caracterizar las muestras y determinar condiciones de tratamiento de los minerales.
- Hacer uso en todos los procesos equipos de protección personal, por el trabajo y manipulación de los materiales y reactivos contaminantes y dañinos para la salud.

CAPÍTULO VI

FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1. Fuentes Bibliográficas.

Alfaro, M. (2002). *Introducción al muestreo de minerales*. Santiago: Instituto de ingenieros de minas de Chile.

Arrau, J. (2006). *Manuel general de minería y metalurgia*. Santiago: Servicio de impresiones Laser S.A.

Azañero, A. (2015). *Flotación y Concentración de Minerales*. Lima: San Marcos.

Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación para administración y economía, humanidades y ciencias sociales*. DC Mexico: Pearson educación.

Bragin, V., Burdakova, E., Kondrat'eva, A., Plotnikova, A., & Baksheeva, I. (2018). Dressability of Old Gold Bearing Tailings by Flotation. *Springer*, 668-669. doi:<https://link.springer.com/article/10.1134/S106273911804447#:~:text=It%20is%20found%20that%20short,0.2%E2%80%930.3%20g%2Ft>.

Carrasco, S. (2019). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima: Editorial San Marcos.

Castro, A. (1998). Recuperación de metales preciosos, oro y plata, de los relaves de flotación por el método de segregación. *Ingeniero Químico*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7858>

Chia, J., & Currie, J. (1984). *Operaciones Unitarias en procesamiento de minerales*.

Crozier, D. (1992). *Flotation Theory Reagents and Ore Testing*. Santiago: Pergamon Press.

Cytec. (2002). *Manual de Productos Químicos para Minería*. Cytec Industries Inc.

- Day, R. (2002). *Manual de Productos Químicos para Minería*. Cytec.
- Feria, R. (2021). Estudio de investigación para recuperar oro y plata de los relaves de la flotación polimetálica. *Ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12773/13024>
- Fuerstenau, M., & Han, K. (2009). *Principles of Mineral Processing*. Colorado: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: McGRAW-HILL.
- Metson. (2004). *Conocimientos Básicos en el Procesamiento de Minerales*. Metson minerals.
- Morales, E. (2016). Extracción de plata y oro del relave sulfurado de la Minera Santa Fe por lixiviación con adición de peróxido de hidrógeno y acetato de plomo. *Ingeniero Metalúrgico*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5518/Morales_le.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Namakforoosh, M. (2005). *Metodología de la Investigación*. CD Mexico: Limusa.
- Palella, S., & Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas: FEDUPEL.
- Porras, D. (1997). *Procesamiento de Minerales*. Cerro de Pasco: UNDAC.
- 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. *Revista Boliviana Química*, 77-81. Obtenido de http://www.bolivianchemistryjournal.org/QUIMICA%202019B%20PDF/2_Pirita_As-Pirita-Romero2019.pdf

- Rubinstein, J. (1997). *Flotación en columna. Procesos, diseños y prácticas*. Fueyo editores.
- Silvestre, I., & Huamán, C. (2019). *Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria*. Lima: Editorial San Marcos.
- Sucapoca, G. (2019). Optimizar la recuperación de oro y plata aplicando los procesos de flotación y cianuración a los relaves provenientes de los tratamientos gravimétricos en la zona de Las Lomas – Piura”. *Ingeniera Metalurgista*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11581>
- Sutulov, A. (1963). *Flotación de Minerales*. Concepción: Instituto de Investigación Tecnológicas.
- Tancayllo, R. (2018). Flotación y cianuración de los relaves de Ticapampa propiedad de la compañía minera Lincuna. *Ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7209/IMtamarn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valencia, F. (2018). Flotación raugher de un mineral aurífero complejo asociado a sulfuros polimetálicos. *Ingeniero de minas*. Universidad de Azuay, Cuenca. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7913/1/13653.pdf>
- Wills, B. (1994). *Tecnología de los Procesamiento de los Minerales*. falmouth: Mexico D.F.
- Wills, B., & Finch, J. (2016). *Mineral Processing Technology*. Amsterdam: Elsevier Ltd.
- Yanatos, J. (2005). *Flotación de minerales*. Universidad Técnica Federico Santa María: Valparaíso.

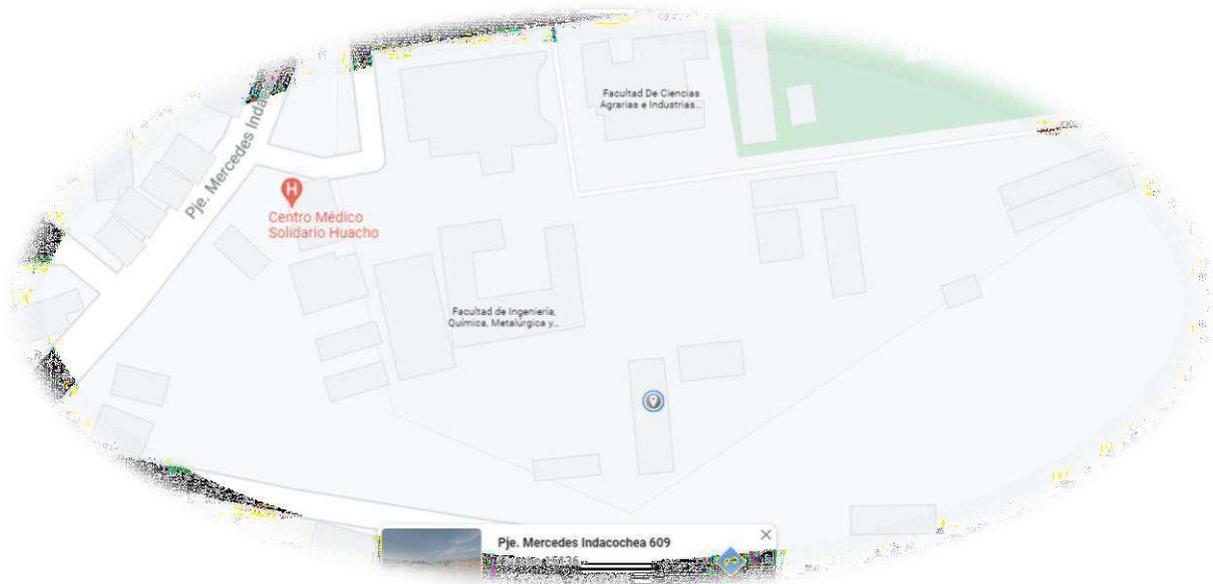
ANEXOS

Anexo 1 localización

Mina Atahualpa



Ubicación: <https://www.google.com/maps/place/Unidad+Julcani++C%C3%ADa.+de+Minas+Buenaventura+S.A.A./@-12.9409773,-74.8074915,2134m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x910dfaed47e73fa9:0x5e4ba5fe899ad5b2!8m2!3d-12.9398442!4d-74.8046796>.



Ubicación: <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Nacional+Jos%C3%A9+Faustino+S%C3%A1nchez+Carri%C3%B3n/@-11.125849,-77.609546,19z/data=!4m5!3m4!1s0x9106dfa9f929e083:0xbd6ef754e61fed3e!8m2!3d-11.1239202!4d-77.6082465>

Anexo 2 Instrumentos para la toma de datos

Malla	Abertura	Peso	% Pasante	Retenido	Ac. Pasante	P ₈₀
	(μ)	(g)	f(x)	G(x)	F(x)	
70	212					
100	180					
140	106					
200	75					
325	48					
-325	0					

		Prueba-1	Prueba-2	Prueba-3	Prueb- 4	
Molienda	Mineral					kg
	Agua					L
	pH					
	A-404					gotas
	A-3418					gotas
	metabisulfito de sodio (10%)					mL
	CaO					g
	Tiempo					minutos

ANEXO 3

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS		HIPÓTESIS		VARIABLE	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
	General	General	General	General	Independiente		
¿Será posible optimización en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020?	Determinar la optimización molinada en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.	la optimización molinada en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.	Eficiencia óptima en molinada se obtendrá en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.	General	Optimización de molinada	La tesis es cuantitativa descriptiva y de aplicación, obteniéndose los datos de pruebas en el laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.	<p>Población: La población está representada por Empresa Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.</p> <p>Muestra: para la investigación es 1 kg de mineral promedio para realizar las pruebas experimentales exploratorias. la unidad de Muestras: 250 g utilizada para caracterización del mineral.</p>
¿Cuál será el tiempo optimización en molinada molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020?	Evaluar tiempo optimización molinada molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.	Especifico	Especifico	Dependiente	<p>Observar el tiempo de optimización de molinada en los molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.</p> <p>Con una adecuada medida de malla va influir en la optimización de molinada a partir en los molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.</p> <p>Molinos de bolas 8"x12".</p>		
¿En qué medida las mallas influirán en la optimización de molinadas a partir de los molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020?	Evaluar medida de mallas que influirán en la optimización de molinadas a partir molinos de bolas 8"x12" nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.	Especifico	Especifico	Dependiente	<p>Observar la eficiencia de optimización de molinada en los molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.</p>		
¿Cuál será la eficiencia de la optimización de molinada en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020?	Evaluar eficiencia de la optimización de molinada en molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.	Especifico	Especifico	Dependiente	<p>Observar la eficiencia de optimización de molinada en los molinos de bolas 8"x12" a nivel de laboratorio en Minera Atabualpa S.A.C. Chala, Arequipa - 2020.</p>		