

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
METALURGIA



T E S I S

**Evaluación del proceso de conminución de chancadora de quijada y
chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Metalurgista

Autores:

Bach. Ever Roberth HINOSTROZA RAJO

Bach. Filmer David HUAMAN GRAZA

Asesor:

Mg. Manuel Antonio HUAMAN DE LA CRUZ

Cerro de Pasco - Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
METALURGIA



T E S I S

**Evaluación del proceso de conminución de chancadora de quijada y
chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

.....
Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO
PRESIDENTE

.....
Dr. Eusebio ROQUE HUAMÁN
MIEMBRO

.....
Mg. Uldarico USURIAGA LÓPEZ
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 161-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. HINOSTROZA RAJO, Ever Roberth

Bach. HUAMAN GRAZA, Filmer David

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. HUAMÁN DE LA CRUZ, Manuel Antonio

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Metalúrgica

Índice de Similitud

18%

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 16 de agosto del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
201546029046.scdf
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 16.08.2024 09:30:50 -05:00

DEDICATORIA

Agradezco a mis padres y a mi familia por ser mi apoyo y mi orientación desde mi infancia. Sin ellos, este trabajo no sería factible, ya que son las personas más hermosas que conozco y a las que más respeto. Por lo que, dedico mi tiempo y esfuerzo a este trabajo, que es parte de mi sueño a seguir en mi formación profesional

AGRADECIMIENTO

- Agradezco a Dios por poner en mi camino a las mejores personas que me alentaron día a día a nunca rendirme y mantenerme de pie frente a las adversidades hasta lograr mis metas.
- Agradezco a mi familia por ser el pilar de mi vida y mi inspiración, así como a mi profesor asesor Mg. Manuel Antonio, HUAMAN DE LA CRUZ por ayudarme a concluir de manera exitosa el presente trabajo de investigación.

RESUMEN

La presente investigación se evalúa la conminución de chancadora de quijada y chancadora de rodillos y así teniendo los objetivos del proyecto, verificar la evaluación del proceso de conminución de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos en la provincia de Pasco. La metodología empleada en la presente investigación es cuantitativa, el tipo de investigación es inductivo y deductivo, el diseño es experimental.

El proceso de conminución es crucial en la industria minera y se refiere a la reducción de tamaño de los minerales mediante diferentes métodos y equipos. En el caso del análisis de la chancadora de quijada y la chancadora de rodillos para materiales no metálicos en Pasco 2023, después de analizar la hipótesis y general y específicas, donde la evaluación mejorara con el proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, obteniendo resultados alineados con el objetivo de la investigación.

El presente proyecto de investigación ofrece una visión clara y concisa del análisis comparativo realizado para optimizar la conminución de materiales no metálicos en la región de Pasco, 2023.

Palabras clave: Conminución, Chancadora de quijada, Chancadora de rodillos, Granulometría, Consumo energético, Capacidad de procesamiento, Eficiencia, Optimización del proceso, Muestreo, Industria minera, Evaluación de desempeño, Tecnología de chancado.

ABSTRACT

The present investigation evaluates the comminution of jaw crusher and roller crusher and thus, having the objectives of the project, verify the evaluation of the comminution process of jaw crusher and roller crusher for non-metallic materials for the province of Pasco. The methodology used in this research is quantitative, the type of research is inductive and deductive. The design is not quasi-experimental.

The comminution process is crucial in the mining industry and refers to the size reduction of minerals using different methods and equipment. In the case of the analysis of the jaw crusher and the roller crusher for non-metallic materials in Pasco 2023, after analyzing the general and specific hypothesis, where the evaluation will improve with the comminution process of the jaw crusher and roller crusher for non-metallic materials, obtaining results aligned with the research objective.

This research project offers a clear and concise vision of the comparative analysis carried out to optimize the comminution of non-metallic materials in the Pasco region, 2023.

Keywords: Comminution, Jaw crusher, Roller crusher, Granulometry, Energy consumption, Processing capacity, Efficiency, Process optimization, Sampling, Mining industry, Performance evaluation, Crushing technology.

INTRODUCCIÓN

Un requisito para los equipos de minería es lograr una mejora continua del proceso porque estos incluyen aumentar el tonelaje, reducir costos, aumentar la eficiencia operativa, aumentar las tasas de recuperación, etc. Por lo tanto, los operadores necesitan evaluar sus procesos y equipos para probar su efectividad y encontrar puntos débiles. En este sentido, el proceso de trituración juega un papel importante tanto en términos de costos operativos totales como de eficiencia general del proceso, por lo que se realiza una evaluación técnica para crear una base de datos para la optimización y control tecnológico. La evaluación del desempeño de esta importante unidad tiene en cuenta el papel general de las trituradoras industriales y sus respectivas unidades de clasificación y está de acuerdo con las principales prácticas de la industria en el campo. Comprender los diferentes parámetros y variables y lo que significan nos permite comprender mejor el proceso y optimizarlo para obtener un producto final que satisfaga operaciones futuras.

El objetivo de la presente investigación verificar la evaluación del proceso de conminución de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos. El presente trabajo de investigación consta de cuatro capítulos, cuyo contenido es la siguiente:

Capítulo I: Incluye identificación y planteamiento del problema, descripción detallada del problema, desarrollo general y específico del problema, objetivos generales y objetivos específicos, y causas y limitaciones.

Capítulo II. Marco teórico, incluyendo definiciones de fundamentos teóricos, fundamentos y términos metodológicos. Además de los requisitos previos generales, también existen requisitos previos especiales e identificación de variables.

Capítulo III: compuesto por métodos y técnicas de investigación, además de la población y muestra utilizada en el trabajo de investigación, se describirá el tipo, metodología y diseño de esta investigación.

Capítulo IV: Contiene resultados, discusión y recomendaciones relevantes.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE GRÁFICAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.1.1.	Identificación del problema.....	1
1.1.2.	Planteamiento del problema.....	2
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1.	Delimitación teórica.....	2
1.2.2.	Delimitación espacial.....	2
1.2.3.	Delimitación temporal.....	3
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema general.....	3
1.3.2.	Problemas específicos.....	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general.....	4
1.4.2.	Objetivos específicos.....	4
1.5.	Justificación de la investigación.....	5

1.6. Limitaciones de la investigación.....	5
--	---

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales	7
2.1.2. Antecedentes nacionales	9
2.2. Bases teóricas – científicas	10
2.2.1. Proceso minero.....	10
2.2.2. Generalidades de la conminución	10
2.2.3. Principio de la conminución.....	11
2.2.4. Chancado o trituración de minerales.....	11
2.2.5. Gasto energético del chancado.....	13
2.2.6. Tamaño de chancado o trituración y elección de equipos.....	14
2.2.7. Tipo de chancadoras.....	14
2.2.8. Tamaño del mineral chancado	15
2.3. Definición de términos básicos	15
2.3.1. Chancadora de Quijada	15
2.3.2. Chancadora de Rodillos	16
2.3.3. Materiales no Metálicos	16
2.3.4. Granulometría	16
2.3.5. Eficiencia Energética	16
2.3.6. Desgaste de Equipos	16
2.3.7. Capacidad de Procesamiento.....	16
2.4. Formulación de hipótesis	17
2.4.1. Hipótesis general.....	17

2.4.2. Hipótesis específicas	17
2.5. Identificación de las variables	17
2.5.1. Variables independientes	17
2.5.2. Variables dependientes.....	18
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.	19

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación.....	23
3.2. Nivel de investigación.....	24
3.3. Métodos de investigación.....	24
3.4. Diseño de investigación	24
3.5. Población y muestra	24
3.5.1. Población.....	24
3.5.2. Muestra.....	25
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	25
3.6.2. Instrumentación de recolección de datos	25
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	26
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	26
3.8.1. Caracterización de las muestras del material no metálico	26
3.8.2. Procedimiento de chancado experimental EM-LT1	28
3.9. Tratamiento estadístico	28
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	29

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	30
4.1.1. Descripción del Chancadoras de Quijadas	31
4.1.2. Descripción del Chancadoras de rodillo	39
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	43
4.2.1. Análisis Granulométrico de la Chancadora de Quijadas.....	43
4.2.2. Análisis Granulométrico de la Chancadora de Rodillo.....	48
4.2.3. Comparación de Resultados de las muestras ensayadas	53
4.3. Prueba de Hipótesis.....	53
4.4. Discusión de resultados.....	54

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables 19

Tabla 2. Identificación de muestras 27

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Chancadora de Quijada	32
Gráfico 2. Perfiles de las mandíbulas de tributación	38
Gráfico 3. Chancadora de Rodillos.....	40
Gráfico 4. Comparación de granulometria	53

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

1.1.1. Identificación del problema

En la región de Pasco, la industria de procesamiento de materiales no metálicos enfrenta desafíos en la eficiencia de la conminución. Las técnicas actuales, utilizando chancadoras de quijada y de rodillos, presentan inconvenientes específicos. La chancadora de quijada, aunque robusta y capaz de manejar grandes volúmenes, tiene un alto consumo energético y puede no producir una granulometría uniforme. Por otro lado, la chancadora de rodillos, aunque más eficiente en términos de energía y adecuada para materiales más blandos, también presenta limitaciones en la capacidad de procesamiento y uniformidad del tamaño de partícula.

Entonces en la presente investigación nos basamos a responder la siguiente pregunta: ¿Cómo mejorar la eficiencia de la conminución de materiales no metálicos en Pasco utilizando una técnica optimizada que combine las ventajas de la chancadora de quijada y la chancadora de rodillos, ajustando los parámetros operativos y utilizando técnicas avanzadas de conminución?

1.1.2. Planteamiento del problema

El procesamiento de materiales no metálicos requiere la implementación de tecnologías óptimas según el tipo de material a ser conminuido, especialmente cuando se trabaja con minerales de diversa dureza y composición. Es fundamental tener especial cuidado en el manejo de los procesos mecánicos para asegurar una eficiencia máxima en la reducción de tamaño. La respuesta a esta problemática generalmente se ha abordado mediante el uso de chancadoras de quijada y de rodillos, dependiendo de las características del material, teniendo en cuenta además la presencia de factores que provocan los siguientes inconvenientes:

- Alto consumo energético.
- Desgaste rápido de los equipos.
- Granulometría inconsistente.
- Baja capacidad de procesamiento.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación teórica

La delimitación teórica de este trabajo de investigación se centra en los aspectos mecánicos y operativos que son esenciales para comprender y optimizar el proceso de conminución de materiales no metálicos mediante el uso de chancadoras de quijada y de rodillos. Esta delimitación nos permite enfocar en los fundamentos científicos y técnicos, garantizando una investigación profunda y precisa sobre los mecanismos y la eficiencia del proceso de reducción de tamaño en el contexto de la industria minera en Pasco.

1.2.2. Delimitación espacial

La delimitación espacial de este trabajo de investigación es la evaluación del proceso de conminución mediante el uso de chancadora de quijada y

chancadora de rodillos para materiales no metálicos en la región de Pasco, específicamente en las operaciones mineras y plantas de procesamiento de materiales no metálicos situadas en Pasco durante el año 2023.

1.2.3. Delimitación temporal

Para el presente trabajo de investigación, se definirá un período de 8 meses durante el año 2023, lo cual es crucial para realizar un análisis riguroso y pertinente del proceso de conminución utilizando chancadora de quijada y chancadora de rodillos. Este marco temporal facilitará la comparación directa de las condiciones operativas y los resultados obtenidos, dentro de un cronograma de actividades detallado a grandes rasgos:

- Preparación y Recolección de Datos (enero - marzo 2023)
- Experimentos de Laboratorio (abril - junio 2023)
- Escalado y Validación (julio - septiembre 2023)
- Análisis de Resultados y Reporte Final (octubre - diciembre 2023)

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el impacto del uso combinado de chancadora de quijada y chancadora de rodillos en el proceso de conminución de materiales no metálicos en la región de Pasco en términos de eficiencia energética, granulometría del producto final y capacidad de procesamiento en las plantas de beneficio de la región durante el año 2023?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cómo determinar la velocidad de operación óptima para maximizar la eficiencia energética y la capacidad de procesamiento al usar una

chancadora de quijada y una chancadora de rodillos en la conminución de materiales no metálicos?

- b. ¿Cómo determinar el tamaño de alimentación adecuado para asegurar una granulometría uniforme y reducir el desgaste de los equipos durante el proceso de conminución con chancadora de quijada y chancadora de rodillos?
- c. ¿Cómo determinar la presión óptima aplicada en la chancadora de rodillos para lograr una reducción de tamaño eficiente y consistente en la conminución de materiales no metálicos en Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar a nivel de laboratorio un método alternativo para incrementar la eficiencia del proceso de conminución de materiales no metálicos en Pasco, optimizando los parámetros operativos mediante el uso combinado de chancadora de quijada y chancadora de rodillos.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Mejorar la eficiencia energética del proceso de conminución utilizando chancadora de quijada y chancadora de rodillos.
- b. Determinar la velocidad de operación óptima para la chancadora de quijada y la chancadora de rodillos.
- c. Determinar el tamaño de alimentación adecuado para la chancadora de quijada y la chancadora de rodillos para asegurar una granulometría uniforme.
- d. Determinar la presión óptima aplicada en la chancadora de rodillos para una reducción de tamaño eficiente.

- Evaluar el desgaste de los equipos y desarrollar estrategias para su minimización durante el proceso de conminución.

1.5. Justificación de la investigación

En este trabajo se valida la investigación realizada in situ, considerando la diversidad mineralógica de la región de Pasco, específicamente en minerales no metálicos sujetos a procesos de conminución como chancadora de quijada y chancadora de rodillos. Muchos de estos minerales presentan características que afectan la eficiencia del proceso de conminución, como la dureza variable y la presencia de impurezas que pueden comprometer la calidad del producto final.

En respuesta a estos desafíos, se exploran nuevas estrategias para optimizar el proceso de conminución y mejorar la eficiencia energética y la granulometría del material procesado. Los efectos de minerales oxidantes y otros elementos presentes en las menas no metálicas pueden influir significativamente en la operación de las chancadoras, afectando la eficiencia del proceso de reducción de tamaño.

La metodología convencional de conminución se ve afectada por estos factores, resultando en inconsistencias en la calidad del producto final y en la eficiencia operativa. Para abordar estos problemas, se proponen métodos alternativos como ajustes en los parámetros operativos de las chancadoras y la implementación de tecnologías avanzadas de monitoreo y control.

1.6. Limitaciones de la investigación

La investigación a realizarse tendrá como tema principal la evaluación del proceso de conminución de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023, teniendo en cuenta que la bibliografía es escasa en el mundo de la minería.

- **Cuerpo Teórico:** La investigación se centra en mejorar la eficiencia del proceso de conminución utilizando chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos en la región de Pasco. El conocimiento generado estará limitado a las variables específicas de reducción de tamaño y sus posibles interacciones.
- **Acceso a los Instrumentos:** Los instrumentos disponibles en el laboratorio, como las chancadoras de quijada y rodillos a escala de laboratorio, pueden no reflejar completamente las condiciones y capacidades de los equipos utilizados a nivel industrial en las plantas de procesamiento de Pasco.
- **Acceso a la Muestra de Estudio:** La investigación se realizará con muestras de materiales no metálicos disponibles en las plantas de procesamiento de Pasco, limitando el alcance de la representatividad de las muestras disponibles.
- **Tiempo:** El estudio se proyecta hacia el futuro durante un período de 8 meses, comenzando en enero de 2023 y concluyendo en diciembre de 2023, durante el cual se realizarán las actividades experimentales y analíticas necesarias.
- **Limitaciones Financieras:** El estudio estará sujeto a las limitaciones económicas disponibles para la adquisición de materiales, equipos y reactivos necesarios para las pruebas experimentales y el análisis de datos.
- **Limitaciones Materiales:** La disponibilidad de infraestructura adecuada en las instalaciones de las plantas de procesamiento, así como la capacidad de procesamiento de datos y los recursos didácticos y de oficina, pueden influir en el desarrollo y alcance del estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Según (Quispe, 2020) La chancadora de quijada es probablemente el equipo de reducción de tamaño más usado en la industria minera por su simplicidad y fácil operación. El equipo se usa para tener razones de reducción de tamaño en el orden de 3 a 1 o de 4 a 1mm. Dichos valores dependen básicamente de la dureza del mineral y del tamaño obtenido en la voladura, lo cual quiere decir que rocas duras tiene a quebrarse con facilidad, y tamaños muy grandes pueden ser poco competentes con la eficiencia del equipo.
- Según (Quispe, 2020) Es importante mencionar que la chancadora de quijada tiene una capacidad variable, y por general su costo de capital y costo operativo es bajo, es uno de los equipos de trituración más utilizados en la producción industrial y mineral, se aplica principalmente en la trituración gruesa y media caracterizada por alta

relación de reducción, alta producción, granulosidad homogénea, estructura sencilla, funcionamiento fiable, mantenimiento fácil, coste de operación económico, etc.

- Según (Caparachin Condori, 2019), la utilización de la técnica de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM o Reliability Centred Maintenance), en la que consiste el análisis de la data del equipo en operación en su área de trabajo, como los fallos posibles y presentes, que limitan su disponibilidad e incrementan el costo por mantenimiento. Por lo tanto, se recabará información e identificara los subsistemas críticos, en los que se han presentado problemas y que han afectado su correcto funcionamiento, las cuales son factores de que se reduzca el correcto desempeño del equipo, teniendo un efecto directo en la producción, mantenimiento y un efecto colateral en la salud ocupacional del personal operativo y medio ambiente, por ello haremos uso del método Análisis de Modo de Falla, Efectos y Criticidad (AMFEC). Con la aplicación del RCM, se plantean medidas estratégicas preventivas, para la eliminación o mitigación de fallas de consideración, las cuales provocan paradas imprevistas del equipo o sistema, como tales:
 - Mejoramiento de planes de mantenimiento eficaces que eviten o reduzcan averías, manteniendo una alta disponibilidad del equipo.
 - Mejoras y modificaciones de repuestos de acuerdo a las fallas frecuentes presentadas.

- Medidas que reducen los efectos de los fallos, en el caso de que estos no puedan evitarse.
- Implementación de procedimientos operativos, tanto de operación como de mantenimiento.
- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos y sus subsistemas, como sus componentes críticos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- (Gustavo) Nos dice que las chancadoras son equipos eléctricos de grandes dimensiones. En estos equipos, los elementos que trituran la roca mediante movimientos vibratorios están contruidos de una aleación especial de acero de alta resistencia. Las chancadoras son alimentadas por la parte superior y descargan el mineral chancado por su parte inferior a través de una abertura graduada de acuerdo al diámetro requerido. Todo el manejo del mineral en la planta se realiza mediante correas transportadoras, desde la alimentación proveniente de la mina hasta la entrega del mineral chancado a la etapa siguiente.
- Según (Gustavo), es el equipo en el que se realiza la primera etapa de la fragmentación. Hay muchos tipos de trituradoras, pero las siguientes son las más utilizadas: Las trituradoras de mandíbulas constan básicamente de dos placas de hierro, una de las cuales permanece estacionaria mientras la otra se mueve hacia adelante y hacia atrás. Los materiales (en la cavidad de trituración) se trituran. El nombre de estas trituradoras proviene de la ubicación y movimiento de las placas, que se asemejan a las mandíbulas de un

animal, por lo que a la placa fija se le suele llamar mandíbula fija y a la otra placa mandíbula móvil.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Proceso minero

En el esquema general de este proceso, los minerales provenientes de minas a cielo abierto o subterráneas, así como de antiguos botaderos incluidos en planos mineros, son fácilmente preparados en equipos de trituración o molienda y luego, de ser necesario, aglomerados para lograr una medición controlada del tamaño de las partículas. la solución tiene un buen coeficiente de permeabilidad.

2.2.2. Generalidades de la conminución

Dado que la mayoría de los minerales están dispersos y fuertemente unidos al pasaje, primero deben liberarse y luego separarse. Esto se logra mediante trituración, en la que los minerales se reducen gradualmente hasta que las partículas minerales puras puedan separarse mediante los métodos disponibles. La etapa inicial de trituración se realiza mediante voladuras en la mina, lo que facilita el uso de pala, pala, etc. uso en minas para el procesamiento de materiales volados y palas, palas, etc. uso en un túnel para manipular materiales volados. materiales volados. Así como carga en camiones mineros, cintas transportadoras, etc. Las canteras producen materiales con el mismo tamaño de grano. Trituración es un término general utilizado para referirse al proceso de reducción de tamaño.

Los explosivos se utilizan en las minas para eliminar minerales que se encuentran en los depósitos. El arenado es el primer paso en el proceso de refinación.

El material para la parrilla se obtiene de plantas procesadoras de minerales. En este sentido, la parrilla vuelve a ser un proceso continuo, ya que el tamaño de los botones grandes se reduce con la ayuda de pequeñas minas y equipos más mecanizados, como trituradoras de piedra.

Piedra en las minas más grandes. Luego de este proceso, los minerales extraídos de la mina pasarán a la etapa de trituración, que es la trituración y molienda. Los valiosos minerales que ahora se liberan se separan del pasaje.

2.2.3. Principio de la conminución

La fragmentación es causada principalmente por cuatro modos de falla (impacto, compresión, abrasión y cizallamiento), dependiendo del mecanismo de la roca y el tipo de carga.

En la trituración por impacto, la compresión se produce debido al impacto seco inmediato de sólidos sobre rocas o partículas minerales, o por el impacto de partículas sobre sólidos, o en última instancia por impacto o colisión entre partículas.

En el aplastamiento por fricción, las partículas se rompen debido a la fricción entre dos superficies sólidas o entre partículas. Esto da como resultado partículas muy pequeñas o incluso grandes. En la compresión por cizallamiento, el aplastamiento se produce debido a fuerzas de cizallamiento.

En la trituración por compresión, la fragmentación se produce por acción de una fuerza de compresión generada entre dos superficies duras, (Venturo Uscamayta, 2016).

2.2.4. Chancado o trituración de minerales

Esta es la primera etapa del beneficio de minerales, que utiliza energía mecánica para romper grandes trozos de roca mineralizada mediante compresión

y, en menor medida, fricción, flexión y corte u otras fuerzas. Se realiza en máquinas que se mueven a media o baja velocidad sobre un recorrido fijo y producen alta presión a baja velocidad. tasa, y las condiciones que afectan este comportamiento Los factores son propiedades minerales.

El diseño de las trituradoras es que pueden romper todo el mineral por debajo del tamaño preestablecido, pero debido a que estas unidades producen una amplia gama de tamaños por debajo del tamaño máximo establecido, terminaremos con una gran cantidad de fragmentos finos. En el proceso de trituración, a medida que disminuye el tamaño de los minerales a triturar, aumenta el consumo de energía por unidad. tonelada de mineral procesado, por lo que generalmente se deben evitar grandes cantidades de polvo fino y la maquinaria y los circuitos deben diseñarse cuidadosamente para minimizar la generación de polvo fino.

El diseño de la cadena de trituración y clasificación tiene un gran impacto en la estructura de soporte de toda la planta o en la extensión de procesamiento de la planta de procesamiento de minerales. Los esquemas de disyuntores son variables y deben diseñarse teniendo en cuenta consideraciones básicas sobre el carácter mineral y la disponibilidad de los equipos existentes en el mercado mundial.

Los tradicionales circuitos de chancado en la industria minero metalúrgica incluyen chancado primario, secundario, terciario y cuaternario (raros casos); dependiendo mucho del costo de inversión, del costo operativo y sobre todo el costo benéfico a obtener. Habitualmente una chancadora giratoria o de quijadas (para chancado primario) viene seguido de una chancadora cónica standard para chancado secundario, chancadoras cónicas de cabeza corta para chancado

terciario y chancadoras de rodillos para chancado cuaternario. Para una eficiencia apropiada, estos equipos son complementados con equipos de clasificación adecuadamente dimensionados; obteniendo el producto final del circuito de chancado y clasificación apropiada para el posterior tratamiento (molienda, concentración por flotación, etc.).

Los circuitos de trituración tradicionales en la industria minera de minerales incluyen trituración primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria (casos raros); Depende mucho de los costes de inversión, de los costes operativos y sobre todo de los costes beneficiosos obtenidos.

Por lo general, a una trituradora giratoria o de mandíbulas (para trituración primaria) le sigue una trituradora de cono estándar para trituración secundaria, una trituradora de cono de cabeza corta para trituración terciaria y una trituradora de rodillos para trituración secundaria. Para lograr una alta eficiencia, este equipo está equipado con clasificadores de tamaño adecuado; Obtener el producto final del ciclo de molienda y clasificarlo apto para su posterior procesamiento (trituración, concentración por flotación, etc.).

2.2.5. Gasto energético del chancado

Como todos los procesos de conminución, la trituración requiere de un elevado consumo energético, lo cual tiene un gran impacto económico en el desarrollo de cualquier proyecto de hidrometalurgia. La energía necesaria para la trituración se calcula experimentalmente, midiendo la fuerza necesaria (kilopondios-m/cm) para romper probetas de la roca mediante una máquina de impacto. A partir de esta fuerza se calcula el Índice de Trabajo (Work Index W_i), que entrega los kilovatios/t necesarios para realizar la trituración o chancado,

desde un tamaño medio de alimentación (granulometría del material de inicio) al tamaño medio del producto (granulometría del producto).

2.2.6. Tamaño de chancado o trituración y elección de equipos

El proceso de chancado se realiza en dos grandes etapas, las cuales requieren de equipos específicos para lograr la granulometría adecuada:

- Trituración o chancado primario o grueso.
- Trituración o chancado fino: proceso que comprende las etapas de chancado secundario, terciario y cuaternario.

2.2.7. Tipo de chancadoras

La selección del tipo y tamaño del equipo chancador para cada etapa se determina según los siguientes factores:

- Volumen de material o tonelaje a triturar.
- Tamaño de alimentación.
- Tamaño del producto de salida.
- Dureza de la roca matriz: Este índice es de suma importancia y se expresa normalmente por la escala de Mohs, la cual tiene implicancia al momento de seleccionar el tipo de equipo a utilizar.
- Tenacidad de la roca a triturar: se compara con el de la caliza, a la que se le asigna el índice 1.
- Abrasividad: debida fundamentalmente al contenido de sílice, principal causante del desgaste de los equipos.
- Según el índice de abrasividad.

2.2.8. Tamaño del mineral chancado

En general, es aconsejable no alcanzar un límite de molienda demasiado elevado (relación máxima de reducción) sino considerar los valores medios sugeridos por la tabla del fabricante del equipo.

Para la filtración en pilas, el mineral generalmente se tritura hasta un tamaño de 100 a 250 mm, para la sedimentación o filtración en barril, de 50 a 1 mm, para la filtración dinámica, trituración y pulverización a tamaños más pequeños de hasta 1 mm.

Independientemente de otras variables, el tamaño de partícula de mineral o metal a lixiviar define la velocidad de disolución y, por consiguiente, el porcentaje de recuperación en un tiempo determinado, (Delgado Velasquez & Arce Rado, 2022).

2.3. Definición de términos básicos

Para la evaluación del proceso de conminución de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos en Pasco 2023, es importante definir algunos términos básicos clave que estarán involucrados en el estudio:

Conminución

Proceso físico de reducción de tamaño de las rocas o minerales mediante chancado, molienda u otros métodos para facilitar su tratamiento posterior.

2.3.1. Chancadora de Quijada

Equipo de trituración primaria que utiliza una mandíbula fija y otra móvil para comprimir el material y generar la reducción de tamaño deseada.

2.3.2. Chancadora de Rodillos

Equipo de trituración secundaria que utiliza dos rodillos lisos o dentados que giran en sentidos opuestos para aplastar el material entre ellos.

2.3.3. Materiales no Metálicos

Minerales y rocas que no contienen metales preciosos como oro, plata, cobre, etc., y que son objeto de estudio para determinar su eficiencia de conminución.

2.3.4. Granulometría

Distribución del tamaño de partículas resultante después del proceso de conminución, medida en términos de tamaño máximo, mínimo y promedio de las partículas.

2.3.5. Eficiencia Energética

Relación entre la energía consumida durante el proceso de conminución y la energía requerida para lograr la reducción de tamaño deseada.

2.3.6. Desgaste de Equipos

Pérdida de material de las superficies de las chancadoras debido al contacto con el material triturado, lo cual afecta su vida útil y eficiencia operativa.

2.3.7. Capacidad de Procesamiento

Cantidad máxima de material que las chancadoras pueden procesar por unidad de tiempo, determinada por factores como el tipo de material y la configuración operativa de las máquinas.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La utilización combinada de chancadora de quijada y chancadora de rodillos mejora la eficiencia de reducción de tamaño y la calidad del producto final en las plantas de procesamiento de materiales no metálicos en Pasco.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. La optimización de la velocidad de operación de la chancadora de quijada y chancadora de rodillos mejora la eficiencia de reducción de tamaño.
- b. La adecuada selección del tamaño de alimentación optimiza la granulometría del material procesado durante la conminución.
- c. La presión óptima aplicada en la chancadora de rodillos maximiza la eficiencia en la reducción de tamaño de los materiales no metálicos.
- d. La implementación de tecnologías de monitoreo avanzadas mejora el control y la calidad del producto final durante el proceso de conminución.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variables independientes

Proceso de conminución utilizando chancadora de quijada y chancadora de rodillos.

Factores de Intervención Controlados:

- Tiempo de Conminución
- Tipo de Material Alimentado
- Configuración de las Chancadoras
- Control de Velocidad y Presión

- Control de Humedad

2.5.2. Variables dependientes

Eficiencia de Reducción de Tamaño mediante Chancadora de Quijada y Chancadora de Rodillos para Materiales No Metálicos, Pasco 2023

Factores de Respuesta Operacionalizados:

- **% de reducción de tamaño alcanzada:** La proporción del material inicial que se logra reducir mediante el proceso de conminución utilizando chancadora de quijada y chancadora de rodillos.
- **Calidad del producto final:** La evaluación de la calidad del material reducido en términos de granulometría y composición para cumplir con los estándares específicos de la industria de materiales no metálicos.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

En esta investigación la definición operacional de variables es:

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Variables Independientes				
Tiempo de Conminución	El período de operación de las chancadoras para la reducción de tamaño del material no metálico.	Duración total en horas o días.	Duración (en horas) de cada fase y del proceso total	¿Cuántas horas duró el proceso de chancado?
Tipo de Material Alimentado	La naturaleza y composición del material no metálico que se introduce en las chancadoras, que afecta la eficiencia de la reducción de tamaño.	Tamaño de mineral no metálico, dureza y tipo de chancadora utilizado.	Cantidad de mineral alimentado	¿Cuál es el óptimo tamaño de material a alimentar al proceso de conminución?
Configuración de las Chancadoras	Cantidad de Los parámetros operativos como la abertura de las mandíbulas en la chancadora de quijada y la distancia entre los rodillos en la chancadora de rodillos, que influyen	Especificar la distancia máxima entre las mandíbulas de la chancadora de quijada al abrirse, determinando el tamaño máximo de	Cantidad de tamaño máximo de alimentación.	¿Cómo se configura las chancadoras para el proceso de conminución?

Control de Velocidad y Presión	<p>en el tamaño final del producto.</p> <p>La evaluación de la calidad del material reducido en términos de granulometría y composición para cumplir con los estándares específicos de la industria de materiales no metálicos.</p>	<p>alimentación y la capacidad de reducción.</p> <p>Especificar la velocidad de rotación de las mandíbulas móviles de la chancadora de quijada, la velocidad a la cual giran los rodillos de la chancadora de rodillos.</p> <p>Especificar la presión aplicada entre los rodillos y las quijadas.</p>	Verificar la presión y velocidad para el proceso de minerales.	¿Cuál es la velocidad y presión adecuada del proceso de conminución?
Control de Humedad	<p>El nivel de humedad del material alimentado a las chancadoras, que puede influir en la facilidad de reducción de tamaño y la eficiencia energética del proceso.</p>	<p>Utilización de sensores específicos para medir la humedad del material alimentado.</p>	<p>Estos sensores proporcionan lecturas precisas que permiten ajustar las condiciones operativas</p>	<p>¿Cuál es el control de humedad adecuada del proceso de conminución?</p>

Variables**Dependientes**

% de reducción de tamaño alcanzada	La proporción del material inicial que se logra reducir mediante el proceso de conminución utilizando chancadora de quijada y chancadora de rodillos.	Efectividad de la trituración de las dos chancadoras.	Proporción (%) de los chancadores de tamaño alcanzada.	¿Cuál es granulometría del mineral procesado antes y después del chancado?
	Proporción del total de oro recuperada del mineral procesado.	Control de energía de la conminución para cada uno de los chancadores.	La calidad de producto chancado en cada uno de los chancadores	¿Cuál es la calidad antes y después del tratamiento?

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<p>Variable independiente:</p> <p>Materiales no metálicos.</p>	Los elementos no metálicos son todos aquellos elementos que no encajan en las características de los metales.	La realización de los ensayos.	Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación F80. • Granulometría • Peso específico • Contenido de humedad 	<p>Razón</p> <p>Razón</p>
<p>Variable dependiente:</p> <p>Evaluación del proceso de conminución de chancadora de quijada y chancadora de rodillos.</p>	Es un término general utilizado para indicar la reducción de tamaño de un material y que puede ser aplicado sin importar el mecanismo de fractura involucrado.	Resultados del proceso de conminución de chancadora de quijada y de chancadora rodillos.	<p>del de de de y de</p> <p>Eficiencia de chancado</p> <p>Determinación del p80</p>	<p>Porcentaje de eficiencia</p> <p>Granulometría p80</p>	<p>Razón</p> <p>Razón</p>

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La Investigación presente, por tener una naturaleza de carácter práctico, ha sido objeto del empleo del tipo de investigación **APLICATIVO**, a fin de conocer sobre la evaluación del proceso de conminución de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, habiéndose para tal efecto realizado el estudio correspondiente de las variables independiente y dependiente.

De acuerdo a los propósitos que se persigue:

- El Tipo de Investigación será cuasi experimental

De acuerdo a los datos manipulados en el experimento:

- La investigación es de enfoque cuantitativo

De acuerdo a la Metodología para demostrar la hipótesis:

- Esta investigación, se tiene un diseño cuasi experimental

3.2. Nivel de investigación

Teniendo en cuenta los objetivos de la investigación y la naturaleza del problema planteado, para el desarrollo del presente estudio se empleó el nivel de investigación “EXPERIMENTAL”, porque permite responder a los problemas planteados, de acuerdo la caracterización sobre la evaluación metalúrgica de la evaluación del proceso de conminución de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, describiendo y explicando las causas y efectos, traducidos en resultados obtenidos de las pruebas experimentales.

3.3. Métodos de investigación

El siguiente método de investigación empleado en esta tesis es un enfoque integral y sistemático que **combina métodos cualitativos, cuantitativos y experimentales** y tiene un estudio Inductivo – deductivo. Este enfoque permite una comprensión detallada de los factores que afectan la eficiencia de las chancadoras y facilita el desarrollo de un proceso optimizado que mejora la rentabilidad económica.

3.4. Diseño de investigación

El diseño empleado en esta investigación combina un enfoque **experimental con un enfoque de tipo acción (causa – efecto)**, lo que permite abordar directamente los problemas identificados en el proceso de chancado convencional y generar soluciones prácticas y aplicables en el circuito de chancado. Lo que permite establecer la relación existente entre la aplicación de la variable independiente en el proceso y el resultado obtenido.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Como **población** de estudio en el presente trabajo de investigación se

encuentra en la ciudad de cerro de Pasco a una altura de 4380 msnm.

3.5.2. Muestra

Como muestra de estudio se consideró los materiales no metálicos.

El mineral ubicado en cerro de pasco fue muestreado en distintos puntos utilizando palas, picos y sacos. Luego, la muestra recolectada se homogenizó mediante el método del coneo y cuarteo, obteniendo así las muestras para las pruebas metalúrgicas. Se identificaron dos muestras: EM-LT1 y EM-LT2, ambas de 10 kg. Las muestras fueron mezcladas, homogenizadas y cuarteadas. Para la comparación, se utilizó una chancadora de quijada y una chancadora de rodillos.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos que se emplearon para la presente investigación fueron:

- **Observación directa:** Se realizó la observación directa de las pruebas de cianuración en el laboratorio para registrar el comportamiento de los parámetros experimentales (granulometría).
- Los análisis de documentos, las encuestas, las entrevistas.

3.6.2. Instrumentación de recolección de datos

Las herramientas utilizadas en esta investigación son: los informes analíticos realizados en las diversas operaciones de molienda, así como los cuadernos utilizados en el laboratorio, los cuales también deben indicar que los formatos utilizados en el laboratorio son por criterio y consenso de expertos.

Los instrumentos que se usó fueron los siguientes:

- **Tamizadora:** Para determinar la granulometría de las muestras.
- **Balanza de precisión:** Para pesar muestras con alta exactitud.

- **Horno de secado y mufla:** Para secar las muestras.
- **Cronómetro:** Para controlar el tiempo de chancado.
- **Registadores de datos:** Para documentar las condiciones experimentales y resultados obtenidos.
- **Hojas de cálculo:** Para la organización y análisis de datos experimentales.
- **Software de análisis estadístico:** Para evaluar la significancia de los resultados y optimizar las condiciones experimentales.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

En esta investigación la selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación es:

La obtención de datos será obtenida de los reportes metalúrgicos del laboratorio. Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizará el Microsoft Excel, que nos va permitir elaborar las tablas y gráficos. Y el análisis de datos se aplicará a estas tablas como a los gráficos.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para la presentación de los datos se utilizarán los programas de Excel.

Para el presente informe realizamos la caracterización de las muestras.

3.8.1. Caracterización de las muestras del material no metálico

El mineral fue muestreo de distintos puntos con palas, picos, plumillas y sacos.

Luego la muestra recolectada se homogenizó realizándolo mediante el método del cono y cuarteo obteniendo las muestras para las pruebas metalúrgicas.

Tabla 2. Identificación de muestras

Identificación de muestras			
NUMERO	CODIGO	PESO (Kg)	MUESTRA
01	EM-LT1	5	Material no metálico
02	EM-LT2	5	Material no metálico

Fuente: Elaboración propia.

Las muestras fueron mezcladas, homogenizadas y cuarteadas, luego se formó un composito para realizar la evaluación de las chancadoras.

a) Granulometría

La granulometría del material no metálico fue de 61.5 % - $\frac{3}{4}$ malla.

PRUEBAS DE CHANCADO

Se realizaron dos pruebas de chancado:

- Se realizó el chancado en la chancadora de quijada, considerando sus parámetros que dispone en la máquina.
- Se realizó el chancado en la chancadora cónica considerando sus parámetros que dispone en la máquina.

b) Materiales y equipos

- Material no metálico.
- Vaso precipitado.
- Nido de mallas ASTM de acuerdo a las necesidades.
- Espátula.
- Bandeja de metal.
- Balanza analítica.
- Chancadora cónica
- Chancadora de quijada
- Microscopio

- Porta objetos

3.8.2. Procedimiento de chancado experimental EM-LT1

CHANCADO CON LA CHANCADORA DE QUIJADA

1. Se toma la muestra recolectada y se lleva a la chancadora de quijada para realizar la conminución en seco.
2. Se coge una cantidad de material mayor de la que se va a utilizar en la prueba. Se cuartea bien y se separa 2 Kg. para análisis granulométrico. Seguidamente se toma muestras de 1 Kg para las pruebas.
3. Al terminar la prueba se realiza su análisis granulométrico para hallar su eficiencia, enseguida la respectiva comparación.

a. Procedimiento de chancado experimental EM-LT2

CHANCADO CON LA CHANCADORA CÓNICA

1. Se toma la muestra recolectada y se lleva a la chancadora de quijada para realizar la conminución en seco.
2. Se coge una cantidad de material mayor de la que se va a utilizar en la prueba. Se cuartea bien y se separa 2 Kg. para análisis granulométrico. Seguidamente se toma muestras de 1 Kg para las pruebas.
3. Al terminar la prueba se realiza su análisis granulométrico para hallar su eficiencia, enseguida la respectiva comparación.

3.9. Tratamiento estadístico

Los datos se presentarán según los criterios de la estadística descriptiva y se realizará un test estadístico para comprobar la corrección de los datos en función de la normalidad de los mismos.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La investigación tiene que respetar las normas éticas dadas por el Vicerrectorado de investigación y las instituciones encargadas de la probidad de las investigaciones.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Para la evaluación del proceso de conminución, se utilizó una chancadora de quijada y una chancadora de rodillos. Los resultados obtenidos permitieron comparar la eficiencia de ambas chancadoras en la reducción del tamaño de partícula del material no metálico. El análisis granulométrico posterior al chancado se realizó utilizando tamices estándar para determinar la distribución de tamaños y evaluar la eficiencia de cada equipo.

El mineral ubicado en pasco fue muestreado en distintos puntos utilizando palas, picos, plumillas y sacos. Luego, la muestra recolectada se homogenizó mediante el método del cono y cuarteo, obteniendo así las muestras para las pruebas metalúrgicas. Se identificaron dos muestras: EM-LT1 y EM-LT2, ambas de 10 kg de material no metálico. Las muestras fueron mezcladas, homogenizadas y cuarteadas, formando un composito para realizar análisis granulométrico de contenido de material. La granulometría del material fue de 62% pasando la malla -100.

En una primera etapa, el análisis de una instalación de trituración se deriva de una campaña de muestreos exhaustiva bajo condiciones operativas previamente establecidas.

Esta campaña de muestreos permite obtener datos medidos y variables operativas necesarias para crear un balance de materiales detallado, así como parámetros constantes de relevancia para el circuito de chancado. Los datos finales permiten un diagnóstico del rendimiento real del circuito estudiado.

4.1.1. Descripción del Chancadoras de Quijadas

Debido a su sencillez y facilidad de uso, la chancadora de quijada es probablemente el equipo de reducción de tamaño más utilizado en la industria minera. Este dispositivo es ideal para lograr relaciones de reducción de tamaño de 3:1 o 4:1, dependiendo principalmente de la dureza del mineral y del tamaño del material obtenido tras la voladura. En este sentido, las chancadoras de quijada son especialmente efectivas para quebrar rocas duras, aunque pueden resultar ineficientes para procesar tamaños extremadamente grandes.

Una característica destacada de las chancadoras de quijada es su capacidad variable, lo que las hace versátiles para diferentes aplicaciones. Además, presentan bajos costos tanto de adquisición como de mantenimiento, lo que las convierte en una opción económica y práctica para muchas operaciones mineras.

Gráfico 1. Chancadora de Quijada



Funcionamiento

El equipo opera a través de un motor eléctrico que impulsa las poleas, las cuales a su vez accionan el eje excéntrico. Este mecanismo provoca que la mandíbula móvil se acerque y se aleje periódicamente de la mandíbula fija, triturando y reduciendo el tamaño del material. El material triturado desciende gradualmente hasta que se evacúa por la salida.

Desgaste de mandíbulas

El desgaste es un proceso mediante el cual pequeñas partículas de la superficie de una pieza son desprendidas. Este fenómeno provoca una reducción en las dimensiones de la pieza afectada. El desgaste implica la pérdida progresiva de material y puede ser causado por varios factores, entre los que se incluyen:

- Abrasión
- Impacto
- Fricción
- Corrosión
- Calor (temperatura)
- Erosión

Diseño de la chancadora de mandíbulas

Para evaluar el rendimiento de las chancadoras de mandíbulas, es importante considerar varios factores:

- Velocidad de alimentación
- Tamaño del mineral alimentado
- Dureza del mineral
- Humedad del mineral
- Tamaño del mineral después de la reducción
- Desgaste de los revestimientos
- Potencia de trabajo requerida
- Control de operación
- Zona de descarga del triturador
- Control en la alimentación
- Controles de automatización

Las chancadoras de mandíbulas están compuestas esencialmente por dos placas de hierro, una fija y otra que se mueve de manera intermitente hacia y desde la placa fija. Este movimiento permite la fragmentación del material que se introduce en la cámara de trituración entre ambas placas. El nombre de estas máquinas proviene de la similitud de su funcionamiento con las mandíbulas de un animal, donde la placa fija se conoce como mandíbula fija y la móvil como mandíbula móvil.

El tamaño de estas chancadoras se determina por las dimensiones de la abertura de alimentación (gape) y el ancho de la boca de alimentación (width), medidos en pulgadas o milímetros.

El movimiento alternante de la mandíbula móvil se acciona por el movimiento vertical de una biela (pitman), articulada en su parte superior a un eje excéntrico y en la parte inferior a dos riostras. La riostra trasera está articulada a un punto de apoyo en la parte trasera de la máquina, mientras que la riostra delantera está conectada a la parte inferior de la mandíbula móvil. Este diseño permite que la mandíbula móvil oscile entre un punto de máxima apertura (open side setting) y un punto de mínima apertura (close side setting), fragmentando las partículas principalmente mediante fuerzas de compresión.

Capacidad teórica y práctica

Estas máquinas están diseñadas para funcionar en condiciones extremadamente duras y, por tanto, tienen una construcción robusta.

El bastidor principal suele estar hecho de hierro fundido o acero y, en el caso de trituradoras más grandes, puede ensamblarse en unidades atornilladas. Las mordazas están hechas de acero fundido y recubiertas con placas reemplazables de acero al manganeso u otras aleaciones, fijadas a las mordazas mediante tornillos. La superficie de tales placas puede ser lisa, ondulada o ranurada longitudinalmente; la segunda opción se usa ampliamente para procesar materiales duros.

Otras paredes interiores de la cámara de molienda también pueden cubrirse con placas de acero al manganeso para evitar la corrosión. El ángulo entre las mandíbulas suele ser inferior a 26 grados, para garantizar que las partículas queden retenidas y no se deslicen hacia arriba.

Cálculo del índice de trabajo

El "Índice de Trabajo" o Work Index es un parámetro de conminución que mide la resistencia de un material a ser reducido en tamaño. Numéricamente, el

índice de trabajo representa los kilovatios hora por tonelada corta necesarios para reducir un material desde un tamaño teóricamente intacto hasta partículas en las que el 80% son inferiores a 100 micrones.

Prueba estándar de chancado: El procedimiento experimental estándar de laboratorio para determinar el índice de trabajo en la etapa de chancado incluye los siguientes pasos:

- Preparar el material a un tamaño entre 1 y ½ pulgadas.
- Colocar parte del material entre dos péndulos opuestos e iguales que se pueden levantar a distintas alturas de caída de manera controlada.
- Realizar una prueba de impacto sobre el material, colocando la dimensión menor de la roca en la dirección del impacto producido por ambos péndulos, que se levantarán progresivamente hasta producir la fractura requerida del material.
- El índice de trabajo ($WI = kW\text{-h/ton. corta}$) se calculará a partir del promedio de 2 pruebas exitosas, utilizando la fórmula correspondiente:

$$Wi = 2.59/DS * C$$

Dónde:

Wi = índice de trabajo del material, aplicable a chancado (kw-h/ton corta)

Ds = gravedad específica del sólido.

C = esfuerzo del impacto aplicado, necesario para fracturar el material (lb-pie/pulg de espesor de la roca).

El cálculo del WORK INDEX lo realizaremos con la ayuda de la gráfica correspondiente a la alimentación. Así mismo usaremos la siguiente fórmula:

$$Wi = W ((10 \sqrt{P80}) - (10 \sqrt{F80}))$$

Dónde:

P80 = Tamaño 80% pasante del producto.

F80 = Tamaño 80% pasante de la alimentación.

Wi = Índice de trabajo del material (Kw-hr/TC).

W = Consumo de energía específica, (Kw-hr/TC) para reducir un material desde un tamaño inicial F80 a un tamaño final P80.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CHANCADORA DE QUIJADA PARA EL WORD INDEX:

Leyenda

	Datos iniciales
	Datos calculados
	Resultado

Peso del mineral(g)	2000
Tiempo de Operación de la Chancadora(s)	3
Voltaje de la Chancadora(v)	200
Corriente de la Ch. sin Carga(A)	0
Corriente de la Ch. con Carga(A)	0.4
Factor de Potencia del motor Cos(\emptyset)	1

W(Kwh/TM)	0.057735
Wi(Kwh/TM)	6.4954895

➤ Tipos de minerales:

F80(um)	2000
P80(um)	1850

Rr	1.081081081
----	-------------

Wi(Kwh/TM)	9 a 12	Mineral Blando
Wi(Kwh/TM)	12 a 16	Mineral Medio
Wi(Kwh/TM)	>=17	Mineral Duro

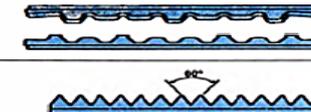
Perfil de chancado

Forma de la mandíbula trituradora La cámara de trituración consta de una mandíbula fija (lado del bastidor) y una mandíbula móvil.

Las mandíbulas pueden ser integrales o no, dependiendo del tamaño y diseño de la trituradora.

Su forma vertical está diseñada teniendo en cuenta la mejor combinación de ángulo de rectificado, perfil de desgaste diferencial entre mandíbulas fijas y móviles, maximización de la productividad de la trituradora y mejor utilización de los abrasivos. Es importante tener secciones transversales similares de las piezas utilizadas (mordazas fijas y móviles), para obtener la combinación correcta para evitar tensiones nocivas en el equipo y así obtener la mejor calidad del producto.

Gráfico 2. Perfiles de las mandíbulas de trituración

Perfiles de mandíbulas	Panel fotografico
<p>Perfil estándar. Indicado para trituración de roca y grava, larga vida útil, requisitos de potencia y esfuerzos de trituración bien equilibrados.</p> <p>Perfil recidaje. Indicado para hormigón, materiales finos pasan fácilmente a través de la cavidad a lo largo de las ranuras largas.</p>	
<p>Perfil de cantera. Indicado para trituración de roca volada en canteras. Los dientes llanos tienen mejor rendimiento con materiales abrasivos (más material de desgaste en los dientes). Causa grandes esfuerzos y aumenta los requisitos de potencia.</p>	
<p>Perfil súper dientes. Indicado para utilización general siendo una buena opción especialmente para trituración de grava. La gran masa y diseño especial de los dientes proporcionan una larga vida útil y hacen que los materiales finos fluyan hacia la cavidad a lo largo de las ranuras sin desgastar los dientes.</p>	
<p>Perfil wide tooth (dientes anchos). Perfiles transversales robustos. Gran cantidad de material de desgaste. Alto aprovechamiento del material de desgaste. Producción excelente. Recomendado para material abrasivo con detritos y/o finos en la alimentación.</p>	
<p>Perfil ondulado. Dientes redondeados. Alta producción. Gran cantidad de material de desgaste. Alto aprovechamiento en peso. Recomendado para alimentación con detritos y/o finos.</p>	
<p>Perfil diente grueso. Perfil dentado triangular 90°. Reduce parcialmente las lajas. Recomendado para reglajes pequeñas y medias.</p> <p>Perfil diente fino. Perfil dentado triangular 60°. Reduce parcialmente las lajas. Recomendado para reglajes pequeñas. Aplicable a trituradoras de pequeño tamaño.</p>	

Fuente: METSO minerals.

4.1.2. Descripción del Chancadoras de rodillo

En la minería, los chancadores de rodillos son los más utilizados porque tienen una gran capacidad con una baja altura libre, una menor necesidad de energía, la capacidad de manipular materiales de alimentación húmedos y pegajosos y producir un producto cúbico con una mínima generación de finos.

Estas unidades son muy confiables y requieren poco mantenimiento debido a su diseño simplificado. El diseño de los chancadores de rodillos incluye un sistema integrado de alivio de presión que permite el paso de materiales no triturables sin interrumpir el funcionamiento continuo del equipo. Esto restaura la configuración original del producto.

Los chancadores de rodillos se han utilizado por mucho tiempo para una variedad de aplicaciones, incluidos materiales de alimentación en bruto, carbón, trona, sal, vidrio y otros minerales quebradizos en la minería y el reciclaje.

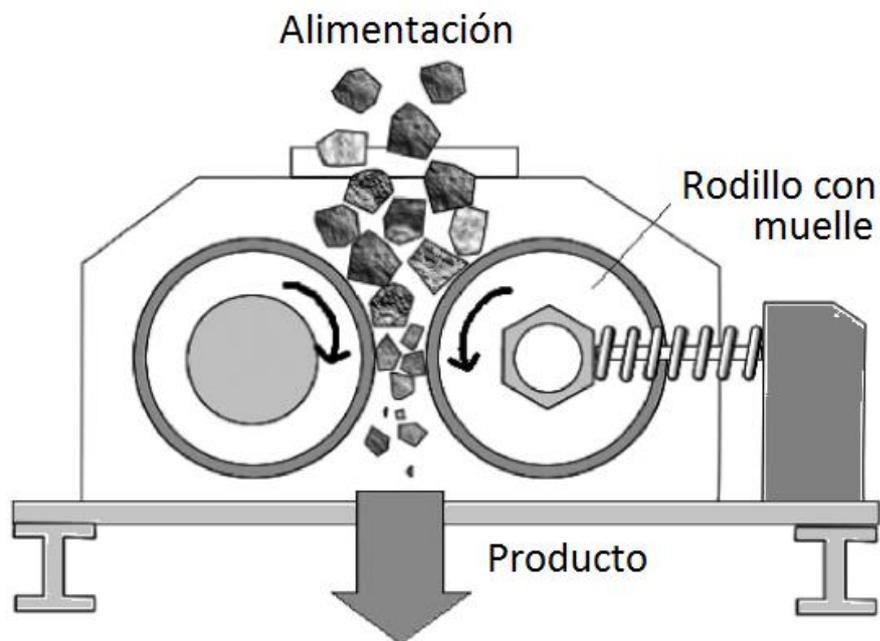
Las fuerzas necesarias para realizar el chancado, ya sea que la aplicación requiera un chancador de una o dos etapas, siguen siendo las mismas: una combinación de impacto, corte y compresión. La fuerza de impacto surge cuando el material ingresa al chancador y el rodillo rotatorio comienza a golpearlo. Las fuerzas de corte y compresión se producen cuando el material de alimentación se arrastra entre la placa de chancado y/o los rodillos de chancado.

Dependiendo del tamaño de la alimentación, el material se introduce en la cámara de trituración y entra en contacto con uno o dos rodillos giratorios. Si se requiere una reducción en dos etapas, se puede utilizar una configuración de rodillo triple o cuádruple. En este caso, la etapa superior de la trituradora realizará la trituración primaria a través del material entre el rodillo triturador y la placa

tritadora o entre un par de rodillos. El material se alimenta directamente entre los dos rodillos inferiores para su posterior procesamiento.

Si se requiere trituración en una sola etapa, se puede seleccionar una trituradora de un solo rodillo o una trituradora de dos rodillos dependiendo de la relación entre la trituración de la materia prima y el tamaño de las partículas del producto. No importa qué tipo de trituradora se elija, una trituradora de rodillos rompe el material a lo largo de su línea de división natural, lo que ayuda a reducir los finos.

Gráfico 3. Chancadora de Rodillos



Funcionamiento

La chancadora de rodillos es un equipo de trituración que utiliza dos cilindros giratorios para triturar el material. Estos cilindros pueden ser lisos, corrugados o dentados, y giran en direcciones opuestas para ejercer presión sobre el material a medida que pasa entre ellos.

El proceso de funcionamiento es el siguiente:

- **Alimentación del Material:** El material a ser triturado se introduce en la chancadora a través de la abertura de alimentación ubicada en la parte superior del equipo.
- **Trituración:** Los rodillos giratorios, movidos por un motor eléctrico y un sistema de transmisión, aplican una fuerza de compresión y cizallamiento al material. A medida que el material pasa entre los rodillos, se somete a esta presión, lo que provoca su fragmentación en partículas más pequeñas.
- **Ajuste de Tamaño de Partícula:** La distancia entre los rodillos, conocida como "setting" o ajuste, determina el tamaño de las partículas resultantes. Esta distancia puede ajustarse para obtener el tamaño de partícula deseado.
- **Descarga:** Una vez triturado, el material reducido en tamaño cae por gravedad hacia la salida ubicada en la parte inferior de la chancadora. Desde allí, el material puede ser transportado a través de cintas transportadoras o cualquier otro sistema de transporte disponible para el siguiente paso del proceso.
- **Seguridad y Protección:** Para evitar daños por sobrecarga o la entrada de materiales no triturables, las chancadoras de rodillos están equipadas con sistemas de protección, como resortes o mecanismos hidráulicos que permiten la separación temporal de los rodillos en caso de obstrucciones.

Este equipo está diseñado para realizar una trituración rápida y precisa del mineral o roca, asegurando un control adecuado del tamaño antes de las pruebas metalúrgicas o el proceso de molienda. La chancadora de rodillos cuenta con dos cilindros de igual diámetro que giran en direcciones opuestas, creando un entorno ideal para la trituración de una amplia gama de materiales.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CHANCADORA DE RODILLOS PARA EL WORD INDEX:

Leyenda

	Datos iniciales
	Datos calculados
	Resultado

Peso del mineral(g)	2000
Tiempo de Operación de la Chancadora(s)	3
Voltaje de la Chancadora(v)	200
Corriente de la Ch. sin Carga(A)	0
Corriente de la Ch. con Carga(A)	0.4
Factor de Potencia del motor Cos(\emptyset)	1

W(Kwh/TM)	0.057735
Wi(Kwh/TM)	12.684762

Tipos de minerales:

F80(um)	2000
P80(um)	1921

Rr	1.041124414
----	-------------

Wi(Kwh/TM)	9 a 12	Mineral Blando
Wi(Kwh/TM)	12 a 16	Mineral Medio
Wi(Kwh/TM)	>=17	Mineral Duro

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para lograr el objetivo general, se realizaron pruebas de laboratorio o pruebas piloto para validar la evaluación del proceso de trituración de trituradoras de mandíbulas y trituradoras de rodillos para la trituración cuaternaria de materiales no metálicos en la ciudad de Cerro de Pasco.

La evaluación de trituración incluye la determinación del flujo de mineral y el análisis del tamaño de partículas para varias trituradoras.

4.2.1. Análisis Granulométrico de la Chancadora de Quijadas

Para este análisis se muestran de la alimentación y descarga de la chancadora de quijadas.

Para ello se realizó la practica para sacar el peso de los tamices y enseguida para calcular el análisis desde el alimento y descarga de la chancadora de quijada. También se consideró la microscopia de los granos del alimento y del producto.

MUESTRA DE GRANO DEL ALIMENTO	MUESTRA DE GRANO DEL PRODUCTO
	
FORMA DE GRANO: TAMAÑO:	FORMA DE GRANO: TAMAÑO:

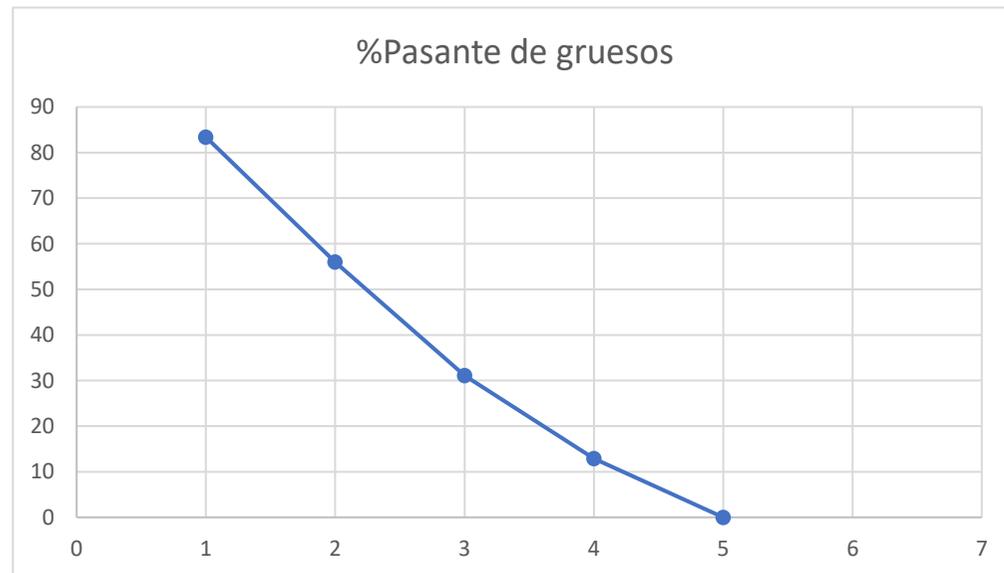
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA GRUESOS DE LA CHANCADORA DE QUIJADA:

Malla N°	Abertura(um)	Peso Reten (g)	% Reten	%Reten Acum	%Pasante Acum	log(x)	log(f(x))	%PasanteC
3/4'	19050	770	38.5	38.5	61.5	4.2799	1.7889	338.1495
1/2'	12700	910	45.5	84	16	4.1038	1.2041	176.3576
3/8'	9525	240	12	96	4	3.9789	0.6021	111.1233
4	4699	70	3.5	99.5	0.5	3.672	-0.301	35.739
8	2362	0	0	99.5	0.5	3.3733	-0.301	11.8451
10	1651	0	0	99.5	0.5	3.2177	-0.301	6.6655
16	991	0	0	99.5	0.5	2.9961	-0.301	2.9372
Bandeja	-	10	0.5	100	0			
Total		2000						

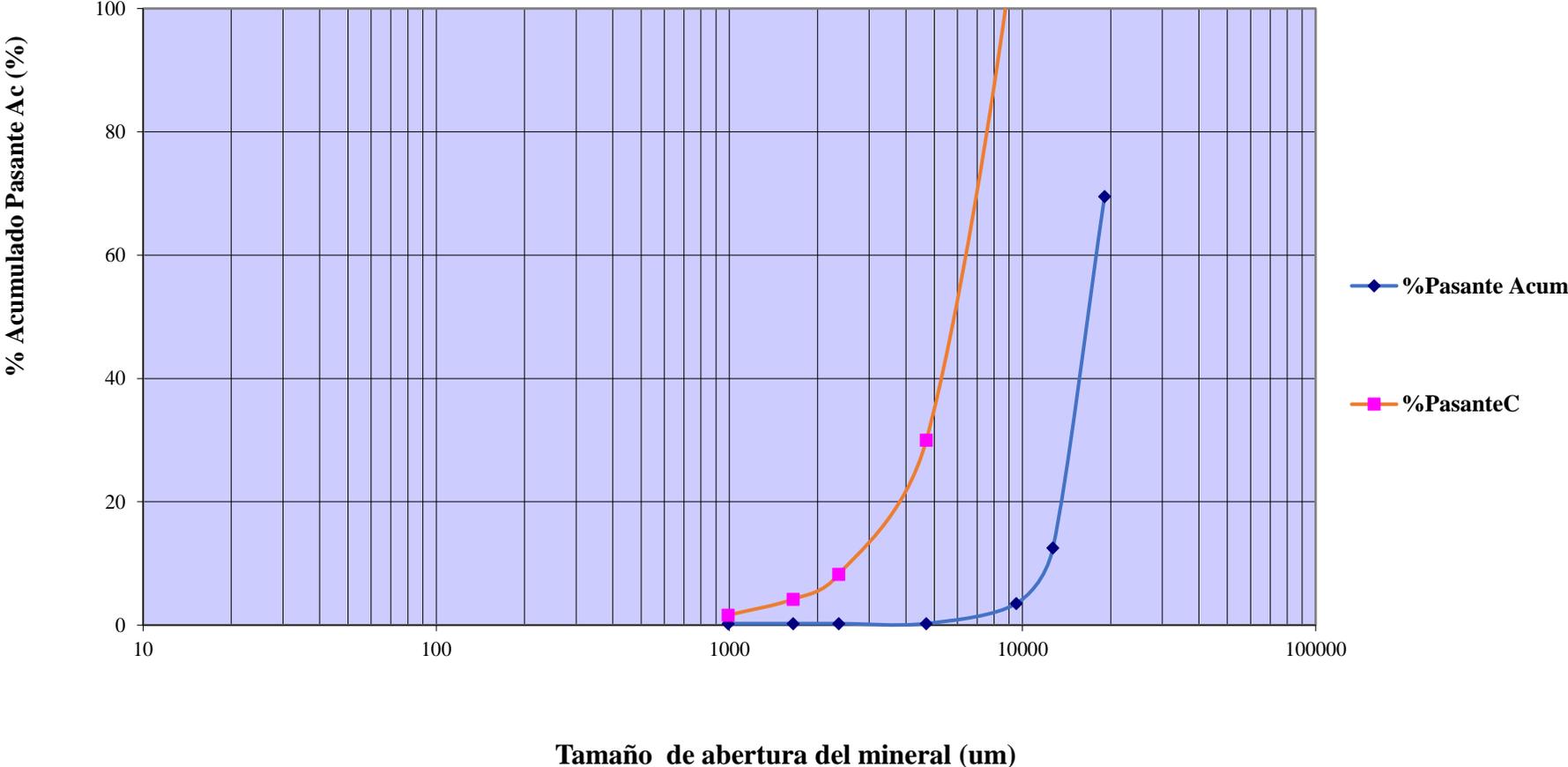
Pendiente(m)	1.6055
Interseccion(b)	-5.535

Interseccion(b)	-4.342262685
k	8919.384831

X80corr(um)	6514.4883
F(X80)	60.3840



Ecuación Gates-Gaudin-Schuhmann (G-G-S)



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA FINOS DE LA CHANCADORA DE QUIJADA:

Malla N°	Abertura(um)	Peso Reten (g)	% Reten	%Reten Acum	%Pasante Acum	log(x)	log(f(x))	%PasanteC
30	597	1440	77.8378378	77.83783784	22.16216216	2.776	1.3456	9.2656
35	417	80	4.32432432	82.16216216	17.83783784	2.6201	1.2513	7.5458
40	422	50	2.7027027	84.86486486	15.13513514	2.6253	1.18	7.5974
45	352	82	4.43243243	89.2972973	10.7027027	2.5465	1.0295	6.8485
50	297	0.5	0.02702703	89.32432432	10.67567568	2.4728	1.0284	6.214
70	209	0.3	0.01621622	89.34054054	10.65945946	2.3201	1.0277	5.0822
100	147	17.2	0.92972973	90.27027027	9.72972973	2.1673	0.9881	4.1553
Bandeja	-	180	9.72972973	100	0			
	Total	1850						

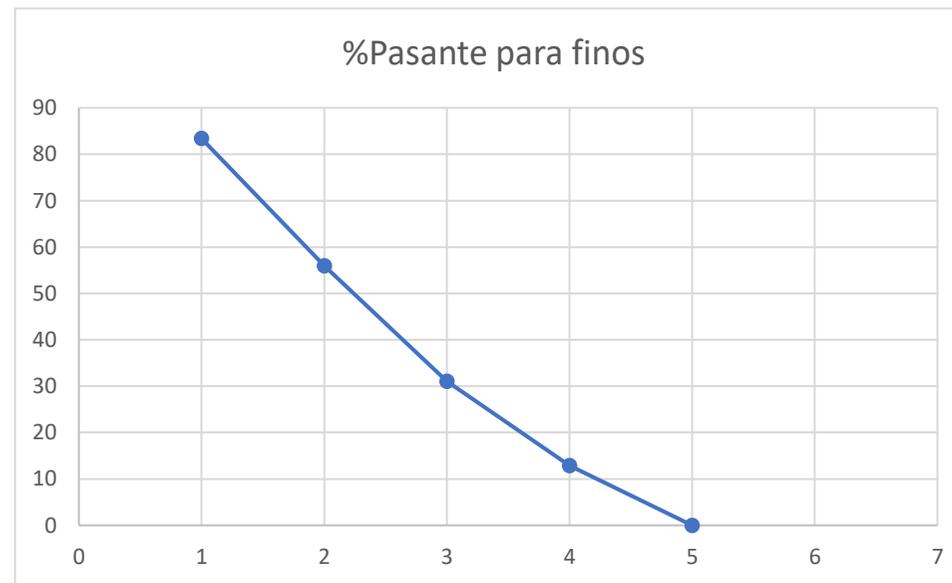
Pendiente(m)	0.5722
Interseccion(b)	-0.3113

Interseccion(b)	-0.621537349
K	38150.94751

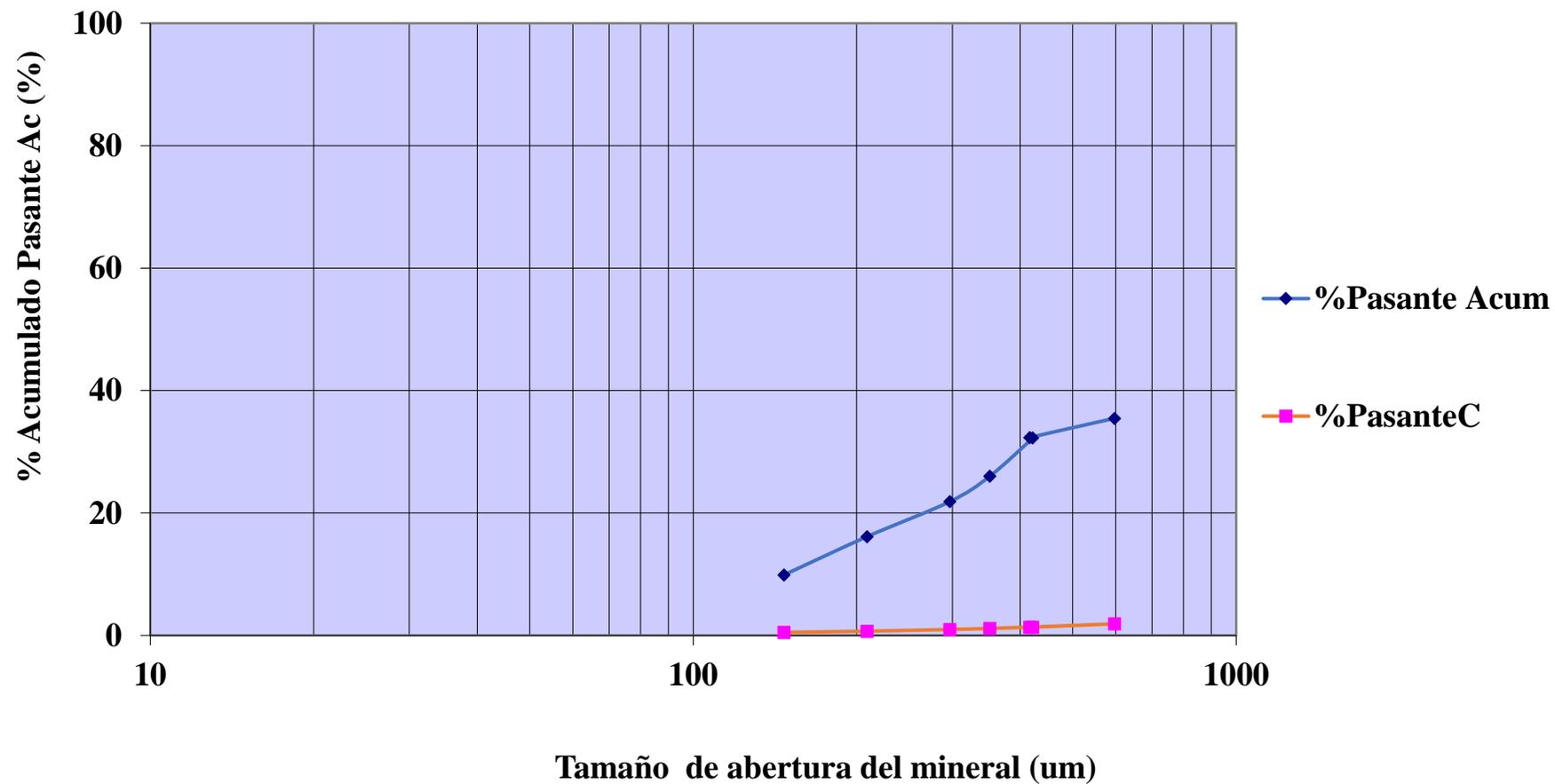
X80corr(um)	31466.8939
F(X80)	89.5642

Leyenda

	Datos iniciales
	Datos calculados
	Resultado



Ecuación Gates-Gaudin-Schuhmann (G-G-S)



4.2.2. Análisis Granulométrico de la Chancadora de Rodillo

Para este análisis se muestran de la alimentación y descarga de la chancadora de rodillos.

Para ello se realizó la practica para sacar el peso de los tamices y enseguida para calcular el análisis desde el alimento y descarga de la chancadora de rodillos.

Realizando la prueba con bastante cuidado para no tener desperfectos en los cálculos siguientes. También observamos en el microscopio la forma y tamaño de grano del mineral de ingreso y de salida.

MUESTRA DE GRANO DEL ALIMENTO	MUESTRA DE GRANO DEL PRODUCTO
	
FORMA DE GRANO: TAMAÑO:	FORMA DE GRANO: TAMAÑO:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA GRUESOS DE LA CHANCADORA DE RODILLOS:

Malla N°	Abertura(um)	Peso Reten (g)	% Reten	%Reten Acum	%Pasante Acum	log(x)	log(f(x))	%PasanteC
3/4'	19050	610	30.5	30.5	69.5	4.2799	1.842	416.049
1/2'	12700	1140	57	87.5	12.5	4.1038	1.0969	194.2325
3/8'	9525	180	9	96.5	3.5	3.9789	0.5441	113.1356
4	4699	65	3.25	99.75	0.25	3.672	-0.6021	29.9987
8	2362	0	0	99.75	0.25	3.3733	-0.6021	8.2392
10	1651	0	0	99.75	0.25	3.2177	-0.6021	4.2042
16	991	0	0	99.75	0.25	2.9961	-0.6021	1.6115
Bandeja	-	5	0.25	100	0			
	Total	2000						

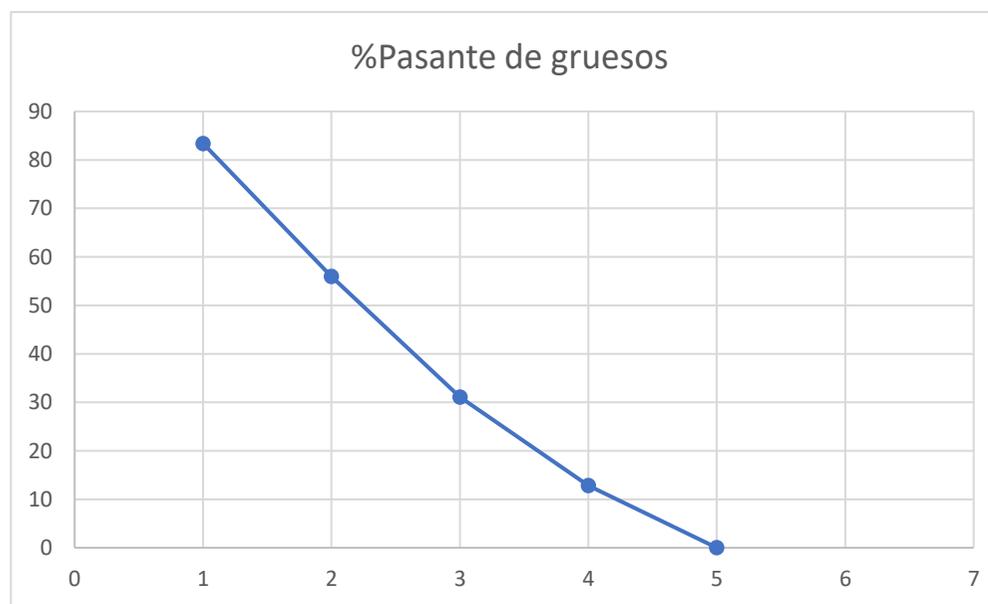
Pendiente(m)	1.8787
Interseccion(b)	-6.7231

Interseccion(b)	-5.421494181
k	8919.384831

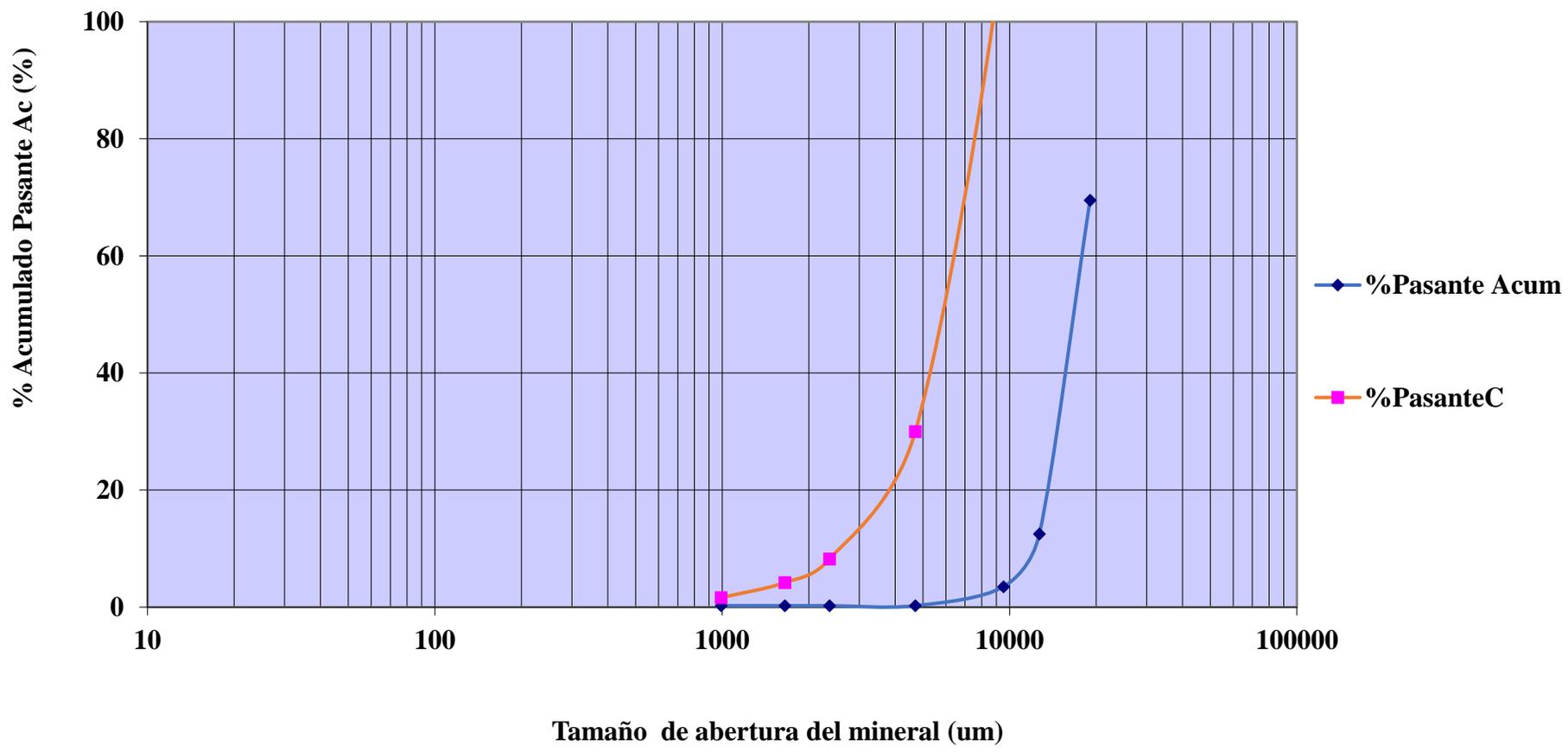
X80corr(um)	6514.4883
F(X80)	55.4170

Leyenda

	Datos iniciales
	Datos calculados
	Resultado



Ecuación Gates-Gaudin-Schuhmann (G-G-S)



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA FINOS DE LA CHANCADORA DE RODILLOS:

Malla N°	Abertura(um)	Peso Reten (g)	% Reten	%Reten Acum	%Pasante Acum	log(x)	log(f(x))	%PasanteC
30	597	1240	64.5396346	64.53963462	35.46036538	2.776	1.5497	1.886
35	417	60	3.12288555	67.66252017	32.33747983	2.6201	1.5097	1.3387
40	422	1.3	0.06766252	67.73018269	32.26981731	2.6253	1.5088	1.3541
45	352	120	6.24577109	73.97595378	26.02404622	2.5465	1.4154	1.1387
50	297	80	4.16384739	78.13980118	21.86019882	2.4728	1.3397	0.9681
70	209	110	5.72529017	83.86509134	16.13490866	2.3201	1.2078	0.6921
100	147	120	6.24577109	90.11086244	9.889137563	2.1673	0.9952	0.4945
Bandeja	-	190	9.88913756	100	0			
Total		1921.3						

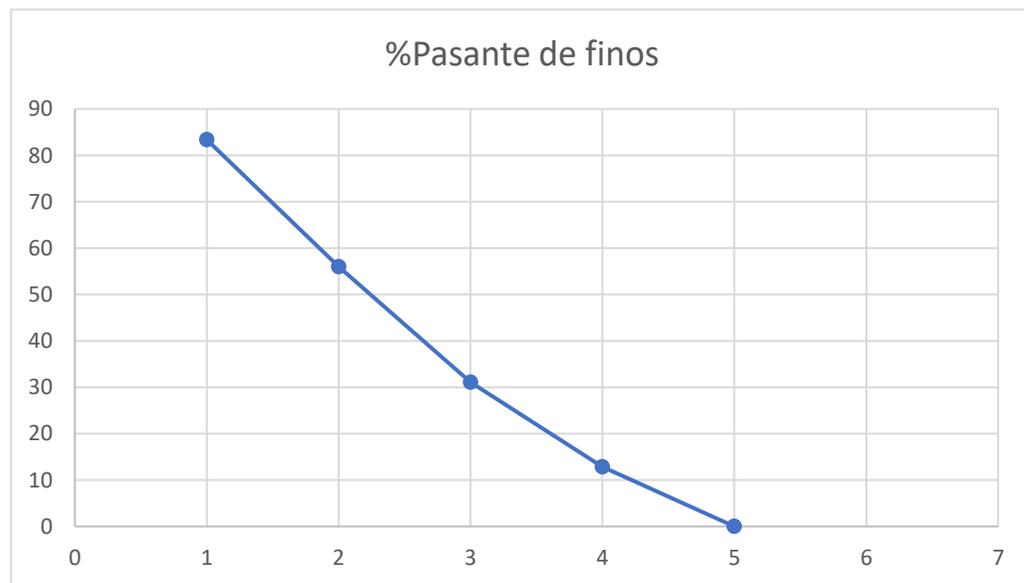
Pendiente(m)	0.9551
Interseccion(b)	-1.0308

Interseccion(b)	-2.375795739
k	38150.94751

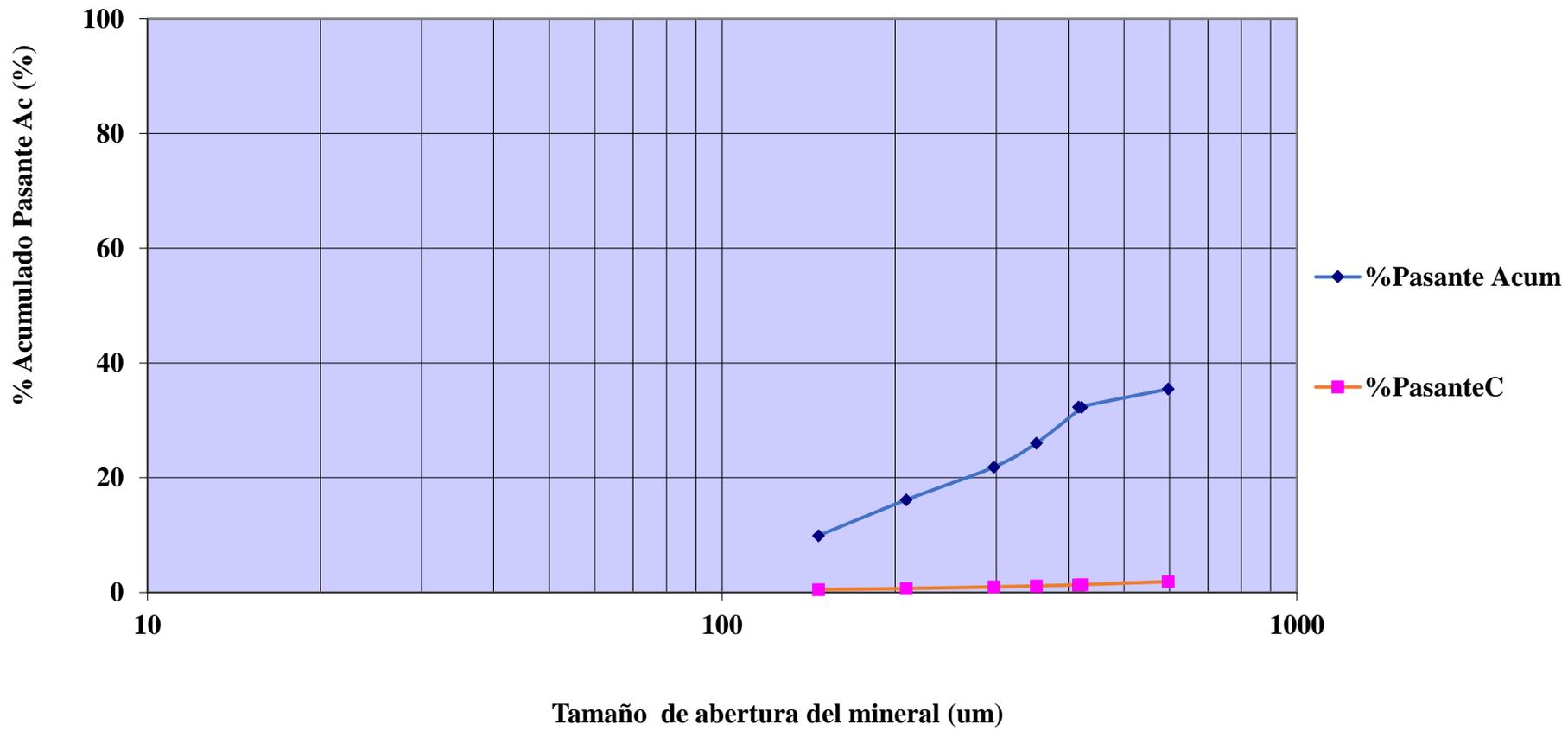
X80corr(um)	31466.8939
F(X80)	83.1964

Leyenda

	Datos iniciales
	Datos calculados
	Resultado



Ecuación Gates-Gaudin-Schuhmann (G-G-S)

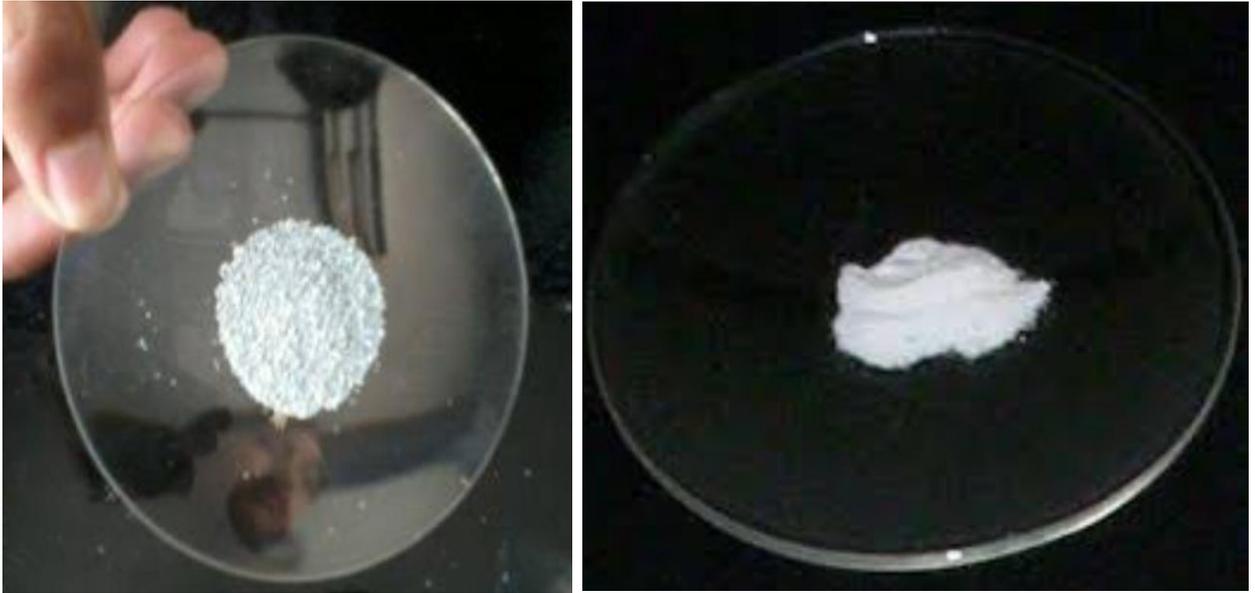


4.2.3. Comparación de Resultados de las muestras ensayadas

Granulometría observada en el microscopio.

Se comparan la granulometría calculada obtenidas por las dos chancadoras.

Gráfico 4. Comparación de granulometria



Fuente: Elaboración Propia

4.3. Prueba de Hipótesis

Se realizo los ensayos a través de las chancadoras de quijada y rodillo en la ciudad de Pasco, esto nos permitirá mejorar el análisis del tamaño de las partículas del producto en las maquinas chancadoras y aumentar la productividad, por lo que nuestro P80 y F80 mejorará en la maquina chancadora de rodillos con respecto a la chancadora de quijadas.

Con este análisis de la eficiencia de las chancadoras de quijada y chancadoras de rodillo se evidencia que no se ve mucha diferencia, con respecto en el proceso de conminución de los materiales no metálicos se analizó que en la chancadora de rodillos se llega a tener mayor efectividad en obtener el material en proporciones más finas del material.

4.4. Discusión de resultados

La instalación de una trituradora de cabeza corta aumenta el radio de trituración de 2,42 a 3,88 y mejora el análisis del tamaño de las partículas en la trituración terciaria, dando como resultado productos más finos.

Reemplazar esta unidad con una trituradora Trio TC84 aumentará la confiabilidad operativa y reducirá el tamaño de las partículas de 13,3 mm a 8,33 mm. Este nuevo tamaño de partícula aumentará la eficiencia y disponibilidad del circuito de molienda, clasificación y flotación del concentrador.

CONCLUSIONES

Durante el análisis granulométrica de las diferentes chancadoras se pude ver que en la chancadora de rodillos se presenta mayor cantidad de finos de materiales no metales.

Lo que se pudo ver que en el proceso de conminución en las chancadoras de quijada y chancadora de rodillo se pudo analizar que el proceso de obtención de los materiales de proceso de una chancadora de rodillo se pudo llegar a la obtención del material. Esto exceptuando los materiales metálicos por la razón que esta investigación se optimizo para materiales no metálicos.

RECOMENDACIONES

Según la práctica experimental y la comparación de ambas chancadoras se recomienda usar la chancadora cónica una evaluación experimental antes de utilizar la trituradora. Por otro lado, se recomienda que el material alimentado a la trituradora no supere el 80% del tamaño de la boca. Para evaluar el desempeño de la trituradora, considere los siguientes criterios: Operacional y técnico. Para aumentar la capacidad total de producción de la planta en el futuro, se recomienda ampliar la segunda etapa de trituración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIAS CABEZAS, R. A. (2017). *PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL HORMIGÓN ELABORADO CON ÁRIDOS RECICLADOS*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, QUITO, ECUADOR.
- ASTMC1157. (s.f.). *ESPECIFICACION NORMALIZADA DEL CEMENTO HIDRAULICO*. ASTM, USA.
- ASTMC1240. (s.f.). *ESPECIFICACION ESTANDAR DE HUMO DE SILICE*. ASTM, USA.
- ASTMC150. (s.f.). *ESPECIFICACION NORMALIZADA DE CEMENTO PORTLAND*. ASTM, USA.
- ASTMC595. (s.f.). *ESPECIFICACION NORMALIZADA DE CEMENTO HIDRAULICO ADICIONADO*. ASTM, USA.
- ASTMC618. (s.f.). *ESPECIFICACION ESTANDAR DE CENIZA VOLANTE Y PUZOLANA NATURAL*. ASTM, USA.
- ASTMC845. (s.f.). *ESPECIFICACION NORMALIZADA DE CEMENTO HIDRAULICO EXPANSIVO*. ASTM, USA.
- ASTMC989. (s.f.). *ESPECIFICACION ESTANDAR DE CEMENTO DE ESCORIA*. ASTM, USA.
- C33, A. (s.f.). *ESPECIFICACIONES ESTANDAR PARA CONCRETO AGREGADOS*. ASTMA, USA.
- C330, A. (s.f.). *ESPECIFICACION ESTANDARIZADA PARA LOS AGREGADOS LIVIANOS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL*. ASTM, USA.
- CABRERA HERRERA, J. (2019). *INFLUENCIA DE LA ADICION DE AGREGADO GRUESO RECICLADO EN LA RESISTENCIA A ACOMPRESION DE UN*

CONCRETO CONVENCIONAL. UNIVERSIDAD PERUANA UNION, LIMA, PERU.

Caparachin Condori, W. E. (2019). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad mediante kpi's de mantenimiento, aplicado a la chancadora de quijada comesa 24" x 36" de la Planta Concentradora Polimetálica Cia. Minera Lincuna S.A.*
Obtenido de <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3395>

CCORAHUA ESPINOZA, F. (2021). *MEJORAMIENTO EN LA RESISTENCIA A ALA COMPRESION, FLEXION Y TRACCION DEL CONCRETO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO, AGREGADO FINO NATURAL Y VIDRIO TRITURADO PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LIMA METROPOLITANA*. UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, LIMA, PERU.

CIPRIANO ROJAS, F. C. (2019). *CONCRETO ELABORADO CON AGREGADOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) RECICLADOS*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, LIMA, PERU.

DIAZ ÁLVAREZ, L. G. (2018). *APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETOS EN COLIMA VILLA DE ÁLVAREZ*. TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO, COLIMA, MEXICO.

GOMEZ MEIJIDE, B. (2015). *APLICACIÓN SOSTENIBLE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN COMO ÁRIDO CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN COMO ÁRIDO*. UNIVERSIDADE DA CORUÑA, CORUÑA.

Gustavo, D. C. (s.f.). *chancadora de quijada*. Nasca: Universidad nacional San Luis Gonzaga de Ica.

- LOZANO OJEDA, F. (2019). *INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DE AGREGADO NATURAL POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO, SOBRE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO, PARA EL DISEÑO DE EDIFICACIONES*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO, TRUJILLO, PERU.
- MVCS. (06 de ABRIL de 2022). REGLAMENTO DE GESTION Y MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION. LIMA, LIMA, PERU: MVSC.
- NTP 334.087. (2018). CEMENTOS.- MICROSILICE UTILIZADO EN MEZCLAS CEMENTOSAS. LIMA, LIMA, PERU.
- NTP 400.050. (2017). MANEJO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN. LIMA, LIMA, PERU.
- Ortiz Diaz, P. (2015). *Análisis de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Colombia según las propiedades y clasificación propuestas en la Guía Española de Áridos Reciclados*. Universidad Católica de Colombia, Bogota, Colombia.
- Quispe, F. V. (2020). *Chancadora de quijada*. Mexico.
- SEGURA J. (2018). ESPECIFICACIONES PARA CONCRETO ESTRUCTURAL
SEGURA J. (2018). ESPECIFICACIONES PARA CONCRETO ESTRUCTURAL 301S-16. Farmington Hills: ACI.
- SEMINARIO RONCAL, J. C. (2021). *CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN, CAJAMARCA 2021*. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, CAJAMARCA, PERU.
- VILLORIA SAENZ, P. V. (2014). *SISTEMA DE GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION EN OBRAS DE EDIFICACION*

RESIDENCIAL. BUENAS PRACTICAS EN LA EJECUCION DE OBRA.
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID ESCUELA TECNICA
SUPERIOR DE EDIFICACION, MADRID, ESPAÑA.

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de datos

Panel Fotográfico



	INSTRUCTIVOS DE EQUIPO		CÓDIGO	SLD11A04
	CHANCADOÑA DE RODILLOS		REVISIÓN	001-0018
			APROBADO	
			PAGINA	5

REQUISITOS GENERALES

1. La trituradora de rodillos consta de parte mecánica y eléctrica.
2. La trituradora de rodillos funciona con corriente de 200 voltios trifásico
3. El tablero está instalado a un conector que se encuentran en la parte superior de la trituradora.
4. El equipo está instalado en una plataforma con pernos de anclaje en el piso.
5. Al iniciar la operación de laboratorio en la sección de la trituradora de rodillos secundaria se tiene que inspeccionar las condiciones del equipo e instalaciones eléctricas.
6. El operador debe estar con sus equipos de protección personal (EPP) adecuado.
7. La trituradora de rodillos secundaria se utiliza para el fracturamiento del mineral, alimentación de mineral de 1/2 pulg. a malla 10, que depende de la distancia entre los rodillos.
8. Uno de los rodillos de trituración esta sólidamente fijado al armazón del triturador, mientras que el otro cilindro esdesplazable horizontalmente mediante la presión ejercida por un muelle. El enlace elástico que supone el muelle es un dispositivo de seguridad frente a la presencia de material no triturable (dientes de excavadora, trozos de acero, etc.); para impedir el rozamiento del material que se ha de triturar con los rodillos durante su funcionamiento, estos tienen la misma velocidad de rotación.
9. El accionamiento se realiza mediante motor y correas trapezoidales sobre el rodillo fijo y desde este por diversos dispositivos de transmisión al rodillo desplazable
10. El fracturamiento se realiza mediante el giro de los rodillos lisos ypresionando el mineralen sentido horario y anti horario de esta manera fracturando el mineral bajo la presión.
11. La trituradora de rodillos consta de las siguientes partes:
 - Dos rodillos giratorios una fija y la otra móvil.
 - Tolva
 - resortes
 - Perno de regulación de la abertura de los rodillos
12. Al final del fracturamiento del mineral se recepciona en una bandeja.
13. Dejar limpio el area y ordenado el area de trabajo.

	INSTRUCTIVOS DE EQUIPO	CODIGO	SLO1LA04
	CHANCADORA DE QUIJADA 4" x 5"	REVISIÓN	001-2018
		APROBADO	
		PAGINA	

REQUISITOS GENERALES

1. El equipo de chancado consta de parte mecánica y eléctrica.
2. La chancadora funciona con corriente de 200 voltios monofásico
3. El tablero está instalado a un conector que se encuentran en la parte superior de la chancadora.
4. El equipo está instalado en una plataforma con pernos de anclaje en el piso.
5. Al iniciar la operación de laboratorio en la sección de chancado se tiene que inspeccionar las condiciones del equipo e instalaciones eléctricas.
6. El operador debe estar con sus Equipos de protección personal (EPP) adecuado.
7. La chancadora de quijada se utiliza para el fracturamiento del mineral, alimentación de mineral de 2 pulgadas.
8. El fracturamiento se realiza mediante un movimiento de cizallamiento o rompimiento del mineral bajo la presión de la quijada móvil sobre la fija.
9. Reduciendo el mineral a un tamaño inferior de 1/2", 3/4", etc.
10. La chancadora consta de las siguientes partes:
 - Quijada móvil
 - Quijada fija
 - Toggle
 - pivote
 - Excéntrica
 - Perno de regulación de la abertura de la quijada móvil.
 - Polea de transmisión y contra peso.
11. Al final del fracturamiento del mineral se receptiona en una bandeja.
12. Dejar limpio el area y ordenado el area de trabajo.





Matriz de Consistencia

TÍTULO: Evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023.						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable D.	Eficiencia de chancado	Porcentaje de eficiencia	METODO DE INVESTIGACION: Inductivo - deductivo
¿Cómo será la evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023?	Verificar la evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023.	La evaluación mejorara con el proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023.	Evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos.	Determinación del p80	Granulometría p80	TIPO DE INVESTIGACION: Cuasi experimental
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable I.			NIVEL DE INVESTIGACION: Cuantitativo
¿Cuál es la eficiencia en la evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023?	Determinar la eficiencia en la evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales	La eficiencia mejorara en la evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para	Materiales no metálicos	Propiedades físicas	Determinación F80. Granulometría Peso especifico Contenido de humedad	POBLACION: Explicativo La población se encuentra en la

	no metálicos, Pasco 2023.	materiales no metálicos, Pasco 2023.				ciudad de cerro de Pasco a una altura de 4380 msnm.
¿Cuál es el F80 y p80 en la en la evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023?	Determinar el F80 y p80 en la en la evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023.	El F80 y p80 mejorara en la en la evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023.				MUESTRA: Como muestra de estudio se consideró los materiales no metálicos.
¿Cuál es el modelo matemático que más se ajusta en la evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023?	Determinar el modelo matemático que más se ajusta en la evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023.	El modelo matemático que más se ajusta será en mejora para la evaluación del proceso de conminucion de chancadora de quijada y chancadora de rodillos para materiales no metálicos, Pasco 2023.				

FUENTE: Elaboración Propia.