UNIVERSIDAD DE ATACAMA

FACULTAD TECNÓLOGICA

SEDE VALLENAR

REPRESENTAR UN MODELO A ESCALA DE UN CHANCADOR GIRATORIO QUE PERMITA ILUSTRAS SU FUNCIONAMIENTO Y COMPONENTES EN UN ENTORNO EDUCATIVO

Trabajo presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de Técnico Uuniversitario en Minas

Profesor guía: Enrique Veragua Guerra

Joaquin Duran Pasten

Vallenar, Chile 2024

Dedicatoria

Dedico este proyecto de titulación a mi familia, quienes estuvieron conmigo en cada paso de este proceso, brindándome su apoyo incondicional. A mi mejor amiga, por ser una guía esencial en mi vida, por su ayuda constante y el apoyo emocional que me dio cuando más lo necesitaba. También a mis sobrinitos, Amelia y Jared, quienes son mi mayor inspiración para lograr grandes cosas en la vida y así poder darles siempre lo mejor.

Agradecimientos

Primero quiero agradecer a mis padres por el apoyo que me han dado durante mi proceso universitario dándome los recursos necesarios para seguir adelante, quiero agradecer también a mis hermanos que me brindaron conocimientos y me ayudaron a guiarme y no rendirme, a mi padre le agradezco por hacer todo lo posible para lograr encontrarme la práctica laboral y brindándome conocimientos de mi proyecto de titulación.

A mi madre le doy gracias por haberme enseñado de como debo ser como persona, por darme su cariño y amor

Quiero darle las gracias a Rocío Acevedo mi mejor amiga que en todo momento estuvo para mí en mis peores momentos me ayudo a seguir adelante gracias a ella e podido mejorar en mí y salir adelante, agradezco a los profesores de la universidad por brindarme el conocimiento necesario para seguir adelante y seguir aprendiendo más ,agradezco a dios por haberme dado la oportunidad de estudiar y haberme dado el conocimiento de lo que más necesitaba por cuidar a mis padres salvándolos de cualquier enfermedad especialmente a mi madre donde logro sanarla de una enfermedad muy critica

Agradezco a mis compañeros de carrera por haberlos conocidos y crear nuevas amistades logrando poder socializar con personas desde 0 agradezco a una compañera de curso que unos mis momentos más difíciles me aconsejo me ayudo a seguir avanzando en mi proyecto de titulación ya que yo me había rendido donde no lograba encontrar mi practica laboral

También agradezco a mis compañeras que les tengo mas cariño Agustina, Belén, Martina y Valentina que son las mejores amistades que logre encontrar en la universidad

Tabla de contenido

Capítulo 1 Marco introductorio 12
1-Introducción 12
1.1-Objetivos 13
1.2-Hipótesis 14
1.3-Antecedentes 14
1.4-Justificación 15
1.5-Alcances 16
Capitulo 2 Marco Teórico 17
2.1 Introducción a los Chancadores Giratorios 17
2.2 Representación de Alta Capacidad de Procesamiento 17
2.2.1 Diseño Robusto y Tecnológicamente Avanzado 17
2.2.2 Simboliza Procesos Industriales de Minería Avanzada 18
2.2.3 Impacto Visual y Representativo 18
2.2.4 Adaptación para Escalas Diversas 18
2.2.5 Importancia en Operaciones de Alta Eficiencia 19
2.2.6 Importancia de la Conminución en la Minería 19
2.3 Educación Técnica y Aprendizaje Práctico 19
2.4 Impresión 3D en la Educación Técnica 20
Capitulo 3 Metodología 21
3.1-Tipo de Metodología 21
3.2-Nivel de Abordaje 21
3.3-Paso a paso de investigación de los chancadores 22
3.3.1-Definición del tema y objetivos 22
3.3.2-Investigación preliminar 22
3.3.3-Análisis de información 22
3.3.4-Validación 22
3.3.5-Redacción y organización 23
3.3.6-Revisión final 23
3.4 –Paso a paso de la selección del diseño 24
3.4.1-Selección del diseño 3D del chancador giratorio 24

3.4.2-Búsqueda y adquisición del diseño 24
3.4.3-Detalles del diseño descargado 24
3.4.4-Preparación para la impresión 3D 24
3.4.5-Razonamiento detrás de la elección 24
3.5 - Paso a paso de la configuración de la impresora 25
3.5.1 - Ensamblar la impresora 25
3.5.2 - Nivelar la cama de impresión 25
3.5.3 - Calibrar la boquilla y la cama calefactora 25
3.5.4 - Cargar el filamento 25
3.5.5 - Configurar el software de corte (Slicer) 25
3.5.6 - Transferir el archivo a la impresora 26
3.5.7 - Ajustar la impresora antes de imprimir 26
3.5.8 - Iniciar la impresión 26
3.5.9 - Supervisar la impresión 26
3.5.10 - Retirar la impresión 27
Capítulo 4 Presentación y análisis de resultados 28
4.1-El chancador giratorio 28
4.2-Descripción del Chancador Giratorio 28
4.2.1-Principio de Funcionamiento 28
4.2.2-Ventajas del Chancador Giratorio 29
4.2.3-Desventajas del Chancador Giratorio 30
4.2.4-Aplicaciones del Chancador Giratorio 30
4.2-5-Comparación con Otros Chancadores Primarios 31
4.2.6-Innovaciones Tecnológicas en Chancadores Giratorios 31
4.3-Partes del chancador giratorio 32
4.3.1-Contra eje 32
4.3.2-Manto 33
4.3.3-Eje Principal 35
4.3.4- Ensamble del Cilindro Hidráulico 36
4.3.5-Tapa de Araña Tipo Cúpula 36
4.3.6Ensamble de la Araña 38
4.3.7-Ensambles Cóncavos Superiores 39
4.3.8-Ensambles Cóncavos Intermedios 40

4.3.10-Campana del Sello Contra Polvo 44
4.3.11-Ensamble de la Excéntrica 45
4.3.12-Brida 47
4.3.13-Bastidor 48
4.4-Selección del diseño 3D del chancador giratorio 50
4.5-Impresión 3D 51
4.6-Selección de materiales 51
4.7-Tabla de tiempo de impresión 52
4.8-Diseños y Resultados 53
4.8.1-Contra eje 53
Diseño de contra eje en creality slicer 4.8 53
Impresión de contra eje 3d 53
4.8.2-Manto y eje principal 54
Diseño de manto y eje principal 54
Impresión del manto y eje principal l 54
4.8.3-Soporte de chancador 55
Diseño del chancador en creality slicer 4.8 55
Impresión del soporte de chancador 55
4.8.4-Ensamble del cilindro hidráulico 56
Diseño de cilindro hidráulico en crealety slicer 4.8 56
Impresión 3D del cilindro hidráulico 56
4.8.5-Soporte de chancador 57
Diseño de soporte del chancador en creality slicer 4.8 57
Impresión 3d del soporte de l chancador 57
4.8.6-Tapa de araña tipo cúpula y ensamble de la araña 58
Diseño de Tapa de araña tipo cúpula y ensamble de la araña en creality slicer 4.8 58
Impresión 3d de la Tapa de araña tipo cúpula y ensamble de la araña 58
4.8.7-Ensamble del revestimiento inferior I 59
Diseño del ensamble del revestimiento inferior en creality slicer 4.8 59
Impresión 3D del ensamble del revestimiento 59
4.8.8-Ensambles cóncavos superior I 60
Diseño de ensambles cóncavos superior en creality slicer 4.8 60
Impresión 3D del ensamble cóncavos superior 60

4.8.9-Ensamble del revestimiento inferior D 61
Diseño del revestimiento inferior D en creality slicer 4.8 61
Impresión del revestimiento inferior 61
4.8.10-Ensambles cóncavos intermedio I 62
Diseño del Ensambles cóncavos intermedio I en creality slicer 4.8 62
4.8.11-Ensambles cóncavos superior D 63
Diseño de ensambles cóncavos superior en creality slicer 4.8 63
Impresión 3D del ensamble cóncavos superior 63
4.8.12-Cóncavos intermedio D 64
Diseño del ensamble cóncavos intermedio en creality slicer 4.8 64
Impresión 3d del ensamble cóncavos intermedio 64
4.8.13-Campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica D 65
Diseño de Campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica D creality slicer 4.8 65
Impresión 3D de la campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica D 65
4.8.14-Campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica I 66
Diseño de la Campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica I en creality slicer 4.8 66
Impresión 3d de la campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica I 66
4.8.15-Brida y bastidor D 67
Diseño de la Brida y bastidor D en creality slicer 4.8 67
Impresión 3D de la brinda y bastidor D 67
4.8.16-Brida y bastidor I 68
Diseño de la Brida y bastidor I en creality slicer 4.8 68
Impresión 3D de la brinda y bastidor I 68
4.9-Ensamblaje del modelo a escala. 69
4.9.1-Primer ensamblaje 69
Piezas del primer ensamblaje 69
Cóncavos y bridas 69
Union de piezas 70
4.9.2- Segundo ensamblaje 71
Piezas del segundo ensamblaje 71
Cóncavos y bridas 71
Unión de piezas 72

4.9.3- Tercer ensamblaje 73
Piezas del tercer ensamblaje 73
Primer parte de la unión de ensamblajes 73
Segunda parte de la unión de ensamblaje (..... 74
Tercer ensamblaje completo 74
4.9.4- Cuarto ensamblaje 75
Piezas del cuarto ensamblaje 75
Unión de piezas del cuarto ensamblaje 75
4.9.5- Quinto ensamblaje 76
Piezas del ensamblaje 76
Piezas de soporte de chancador 76
Ensamblaje del chancador 77
Ensamble de las brida y bastidor 77
Modelo a escala ensamblado completo (..... 78
Capitulo 5 Conclusiones 79
Bibliografía 83

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo principal la representación a escala de un chancador giratorio, con la finalidad de ilustrar su funcionamiento y componentes en un entorno educativo, contribuyendo al entendimiento de los procesos industriales asociados a la minería. Para lograr este objetivo general, se establecieron varios objetivos específicos: investigar los principios de funcionamiento de los chancadores giratorios, seleccionar un modelo 3D adecuado para su representación, y proceder con la impresión 3D de las piezas que conforman el modelo a escala.

Los chancadores giratorios son equipos esenciales en la minería, especialmente en el proceso de conminución, donde su diseño basado en un cono giratorio dentro de una carcasa fija permite la reducción del tamaño de los minerales extraídos mediante compresión y corte. Estos equipos son altamente eficientes y robustos, siendo capaces de procesar grandes volúmenes de material, lo que los convierte en una opción ideal para operaciones mineras de gran capacidad y para manejar materiales duros y abrasivos. La representación a escala de estos equipos permite ilustrar visualmente su alta capacidad de procesamiento, su eficiencia energética y su robustez estructural.

La metodología utilizada en este proyecto fue de tipo combinada, integrando métodos cuantitativos y cualitativos para la recolección de datos, con un enfoque explicativo en la investigación de los chancadores giratorios. Se recurrió a fuentes técnicas especializadas, como manuales, artículos y tutoriales en línea, para comprender el funcionamiento de estos equipos. Posteriormente, se seleccionó un modelo 3D disponible en Cults3D, que fue impreso utilizando la impresora 3D Creality Ender 3. El modelo se dividió en 16 partes, y para su impresión, se utilizaron filamentos de la marca Creality. El proceso de impresión de cada pieza varió en tiempo, desde 12 minutos hasta más de 5 horas, dependiendo de la complejidad de la pieza.

El modelo a escala del chancador giratorio es una herramienta educativa valiosa, ya que permite a los estudiantes comprender de manera visual y práctica el funcionamiento de los componentes del chancador, tales como el contra eje, manto, eje principal, cilindro hidráulico, y otros. Además, el uso de tecnologías emergentes como la impresión 3D

fomenta un aprendizaje activo y facilita la resolución de problemas, haciendo que los estudiantes se familiaricen con la tecnología industrial aplicada.

Este proyecto resalta la importancia de los chancadores giratorios en la minería moderna y demuestra cómo el uso de modelos a escala y la impresión 3D pueden mejorar la enseñanza y comprensión de procesos industriales complejos. La investigación no solo contribuye a la formación técnica, sino que también ofrece una representación precisa y detallada de un equipo crucial en la minería.

Abstract

The main objective of this work is to create a scale model of a gyratory crusher to illustrate its operation and components in an educational setting, enhancing the understanding of industrial processes in mining. To achieve this objective, three specific goals were set: to investigate the operating principles of gyratory crushers, select an appropriate 3D model, and print the pieces to assemble the scale model.

Gyratory crushers are key equipment in mining, particularly in comminution, as they reduce the size of minerals through compression and shear. Their design, which includes a rotating cone inside a fixed casing, allows them to process large volumes of material efficiently and robustly, making them ideal for handling hard and abrasive materials on a large scale. Representing these machines at scale helps visualize their processing capacity, energy efficiency, and structural robustness.

The methodology employed in this project was combined, using both quantitative and qualitative methods for data collection. Specialized sources were consulted to understand the operation of gyratory crushers, and a 3D model was selected from Cults3D, which was printed using the Creality Ender 3 3D printer. The printing process involved creating 16 parts, with print times ranging from 12 minutes to over 5 hours, depending on the complexity of each component.

The scale model of the gyratory crusher is a valuable educational tool, as it allows students to visually and practically understand the operation of its key components. The use of 3D printing in the educational process promotes active learning and facilitates the comprehension of complex concepts related to industrial technology.

This work highlights the importance of gyratory crushers in modern mining and how scale representation and emerging technologies, such as 3D printing, can enhance the teaching and understanding of complex industrial processes, contributing significantly to technical training and providing an accurate representation of crucial mining equipment

Capítulo 1 Marco introductorio

1-Introducción

El chancador giratorio es una de la máquina de en la industria minera, desempeñando un papel crucial en el proceso de conminución de minerales. Diseñado para triturar grandes cantidades de material, este equipo permite la reducir el tamaño de los minerales extraídos, facilitando su proceso.

Su funcionamiento se basa en un principio mecánico en el que un cono giratorio, ubicado en el interior de una carcasa fija, realiza un movimiento de compresión y corte sobre el material alimentado

Los chancadores giratorios son preferidos en operaciones a gran escala debido a su capacidad para manejar materiales duros y abrasivos, así como su eficiencia en términos de energía y costos operativos. Además, su diseño robusto y su alta capacidad de producción los convierten en una opción ideal para las etapas primarias de trituración, donde se busca obtener un producto homogéneo y de tamaño adecuado para los siguientes procesos en la cadena de producción.

En el contexto educativo, el estudio de los chancadores giratorios se vuelve esencial, ya que proporciona a los estudiantes de técnico universitario en minas una comprensión profunda de su funcionamiento, aplicaciones y mantenimiento. Conocer el diseño y operación de estos equipos no solo es vital para la formación académica, sino también para preparar a los futuros profesionales para los retos del sector minero

Este proyecto de titulación propone la construcción de un modelo a escala de un chancador giratorio, utilizando tecnologías modernas como la impresión 3D, con el fin de facilitar la enseñanza práctica y teórica de este equipo en el aula. A través de esta iniciativa, se espera contribuir a la formación de técnicos capaces de enfrentar los desafíos del sector minero con un enfoque innovador y tecnológico.

1.1-Objetivos

Objetivo General: Representar un modelo a escala de un chancador giratorio que permita ilustrar su funcionamiento y componentes en un entorno educativo.

Objetivos Específicos:

1. Investigar los principios de funcionamiento de los chancadores giratorios para lograr comprender mejor su funcionamiento y sus partes
2. Seleccionar el modelo 3D del chancador utilizando cults 3d con el fin de tener un diseño más real para proceder con la impresión 3D
3. Imprimir el modelo en 3D para poder proceder con la unión de sus partes y Ensamblar los componentes para completar la construcción del modelo a escala

1.2-Hipótesis:

La construcción de un modelo a escala de un chancador giratorio, utilizando tecnología de impresión 3D, mejorará significativamente la comprensión teórica y práctica de su funcionamiento entre los estudiantes de técnico universitario en minas, en comparación con el uso de métodos de enseñanza tradicionales.

1.3-Antecedentes

1.Importancia de la Conminución en la Minería es un proceso esencial que se encarga de la reducción del tamaño de los minerales para facilitar su proceso. Diversos estudios destacan que una correcta selección y operación de equipos de trituración, como los chancadores giratorios son fundamentales para maximizar la eficiencia del proceso y mejorar la recuperación de minerales valiosos

Elegir un chancador giratorio como representación a escala tiene varias justificaciones, especialmente si el objetivo es ilustrar las operaciones de una planta minera de gran capacidad o mostrar un diseño técnico de alto rendimiento.

1.4-Justificación

La educación en técnico universitario en minas requiere de herramientas didácticas que faciliten la comprensión de conceptos complejos. Un modelo a escala físico permitirá a los estudiantes observar y entender los mecanismos de operación de un chancador giratorio, promoviendo un aprendizaje más eficiente. Además, un uso de tecnologías como la impresión 3D ofrece una oportunidad para que los estudiantes se especialicen con herramientas utilizadas en las industrias mineras

1.5-Alcances

Desarrollo del modelo a escala:

Se construirá un modelo a escala de un chancador giratorio utilizando tecnología de impresión 3D. Este modelo representará de manera precisa los componentes clave del equipo, permitiendo una visualización clara de su funcionamiento.

Uso Educativo:

El modelo será implementado como herramienta didáctica en cursos de técnico universitario de minas, enfocándose en la enseñanza de conceptos relacionados con la conminución, la operación

Limitaciones:

El alcance se limitará a la construcción de un modelo a escala y su aplicación en un entorno educativo específico, sin abordar aspectos avanzados de simulación o análisis de procesos en condiciones industriales reales.

Capitulo 2 Marco Teórico

2.1 Introducción a los Chancadores Giratorios

Los chancadores giratorios son equipos esenciales en la industria minera, especialmente en el proceso de conminución, que es la reducción del tamaño de los minerales extraídos. Su diseño consiste en un cono giratorio dentro de una carcasa fija, que aplica un movimiento de compresión y corte sobre el material (Wills & Finch, 2016). Esta acción permite triturar grandes volúmenes de material, convirtiéndolo en un producto de tamaño adecuado para los procesos posteriores de extracción y procesamiento. La eficiencia y robustez de los chancadores giratorios los hacen ideales para operaciones a gran escala, donde se requiere manejar materiales duros y abrasivos (Hartman & Mutmansky, 2002).

2.2 Representación de Alta Capacidad de Procesamiento

Los chancadores giratorios son conocidos por su capacidad de manejar grandes volúmenes de material, que pueden superar las 10,000 toneladas por hora en equipos de tamaño completo. Esta característica los convierte en la elección ideal para ilustrar operaciones mineras de gran escala y para reflejar el potencial de rendimiento en proyectos a gran escala (Society for Mining, Metallurgy, and Exploration [SME], 2011).

2.2.1 Diseño Robusto y Tecnológicamente Avanzado

El chancador giratorio tiene un diseño mecánico complejo, con componentes como un eje excéntrico y una carcasa cónica fija. Este diseño avanzado:

- Representa los estándares tecnológicos más altos en trituración primaria (Kalpakjian & Schmid, 2014).

- Permite mostrar los principios de funcionamiento avanzados en un modelo a escala.

2.2.2 Simboliza Procesos Industriales de Minería Avanzada

En las operaciones reales, los chancadores giratorios se encuentran en plantas mineras con mayores requerimientos de producción. Usarlos como referencia en un modelo a escala comunica la capacidad de estas plantas para manejar los desafíos más exigentes en términos de tonelaje, tamaño de alimentación y eficiencia energética (Wills & Finch,

2.2.3 Impacto Visual y Representativo

El diseño de un chancador giratorio, con su eje central y su cámara de trituración cónica, resulta más visualmente impactante en una representación a escala en comparación con otros tipos de chancadores. Este impacto facilita:

- La comprensión de conceptos técnicos complejos.
- La atracción de la atención en exposiciones educativas o demostraciones (Kalpakjian & Schmid, 2014). 2016)

2.2.4 Adaptación para Escalas Diversas

Aunque los chancadores giratorios son grandes y robustos, su principio de funcionamiento se adapta bien a modelos a escala, ya que las proporciones se mantienen consistentes. Esto permite:

- Mostrar con claridad el movimiento excéntrico del eje.
- Detallar el flujo del material a través del equipo (Wills & Finch, 2016).

2.2.5 Importancia en Operaciones de Alta Eficiencia

El chancador giratorio destaca por su eficiencia energética y su capacidad para procesar materiales de alta dureza con un consumo relativamente bajo en comparación con su capacidad de producción. Este aspecto hace que su uso en un modelo sea una representación técnica precisa y educativa para ilustrar el papel de la eficiencia en la minería moderna.

El desarrollo en la educación de los modelos a escalas físicos como herramienta didáctica ha demostrado ser efectiva en la enseñanza de técnicos. Diferentes estudios señalan que el aprendizaje práctico, favorecer la manipulación de modelos físicos, aumenta la retención de información y mejora la comprensión de los procesos. En el ámbito de técnicos, el uso de maquetas y modelos a escala se ha utilizado para enseñar desde principios mecánicos hasta procesos de fabricación (Kalpakjian & Schmid, 2014).

2.2.6 Importancia de la Conminución en la Minería

La conminución es un proceso crítico en la minería, pues influye directamente en la eficiencia de la recuperación de minerales valiosos. Estudios han mostrado que una adecuada selección y operación de los equipos de trituración, como los chancadores giratorios, son fundamentales para maximizar el rendimiento del proceso. Un control eficiente en esta etapa no solo optimiza la producción, sino que también reduce costos operativos (Wills & Finch, 2016).

2.3 Educación Técnica y Aprendizaje Práctico

El uso de modelos a escala físicos en la educación técnica ha demostrado ser una herramienta didáctica eficaz. La manipulación de modelos físicos facilita la comprensión de principios mecánicos y procesos industriales. Diferentes investigaciones indican que el aprendizaje práctico mejora la retención de información y la comprensión de los procesos, lo cual es esencial en la formación de técnicos en minería (Prince, 2004). Las maquetas y modelos a escala permiten a los estudiantes experimentar y aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en clase

2.4 Impresión 3D en la Educación Técnica

La introducción de la tecnología de impresión 3D ha transformado la forma en que se diseñan y fabrican modelos a escalas en el ámbito educativo. Esta tecnología permite a los estudiantes crear modelos personalizados de componentes y equipos industriales, lo que fomenta un aprendizaje activo y práctico (Birt et al., 2018). Diversos estudios han señalado que el uso de impresoras 3D facilita el acceso a materiales de aprendizaje innovadores y estimula la creatividad y la resolución de problemas en los estudiantes. En el contexto de la minería, la impresión 3D puede utilizarse para desarrollar modelos que simulen el funcionamiento de los chancadores giratorios, mejorando así la comprensión de su operación (Kalpakjian & Schmid, 2014

Capitulo 3 Metodología

3.1-Tipo de Metodología

Este estudio adoptó un enfoque combinado que integró métodos tanto cuantitativos como cualitativos. La información sobre los chancadores giratorios se recopiló principalmente a través de fuentes en línea, lo que permitió obtener un conocimiento detallado sobre su funcionamiento, características y diseño. Además, se utilizaron recursos como tutoriales en YouTube para aprender sobre la construcción y configuración de la impresora 3D, lo que facilitó la comprensión del proceso necesario para realizar las impresiones. El paso siguiente consistió en buscar y seleccionar un diseño de chancador giratorio adecuado para ser impreso en 3D, el cual fue elegido tras evaluar diversas opciones disponibles en plataformas de diseño.

3.2-Nivel de Abordaje

La investigación tiene un enfoque explicativo, ya que describe de manera detallada cada fase del proceso de estudio y desarrollo del chancador giratorio. En primer lugar, se explican las funciones y componentes de los chancadores giratorios, haciendo una comparación con otros tipos de chancadores para entender sus ventajas y particularidades. Posteriormente, se investigó dónde encontrar diseños adecuados para ser impresos en 3D y se evaluaron diversos modelos disponibles en plataformas de diseño en línea. Además, se buscaron impresoras 3D que cumplieran con las especificaciones necesarias para el diseño seleccionado, y se consultaron tutoriales para aprender a configurarlas correctamente. Finalmente, se llevó a cabo la impresión del diseño, completando así la fase de producción del modelo funciona

3.3-Paso a paso de investigación de los chancadores

3.3.1-Definición del tema y objetivos

Se estableció que el foco principal era explicar detalladamente el chancador giratorio: su funcionamiento, ventajas, desventajas, componentes y tendencias tecnológicas.

Se decidió estructurar la información en secciones claras y organizadas para facilitar su comprensión.

3.3.2-Investigación preliminar

Fuentes consultadas:

Manuales de operación de chancadores giratorios.

Artículos técnicos de minería y trituración de minerales.

Sitios web de fabricantes líderes en chancadores, como Metso, Sandvik y Thyssenkrupp.

Método de búsqueda:

Se utilizaron motores de búsqueda con palabras clave específicas como "principio de funcionamiento de un chancador giratorio" y "diferencias entre chancadores primarios".

Se seleccionaron fuentes confiables y de prestigio en el ámbito técnico.

3.3.3-Análisis de información

Se desglosó el funcionamiento y los componentes del chancador giratorio a partir de la información técnica.

Se identificaron ventajas y desventajas al comparar características técnicas con otros tipos de chancadores (de mandíbulas, de impacto).

Se integraron datos sobre innovaciones tecnológicas recientes obtenidas de artículos, patentes y catálogos.

3.3.4-Validación

Se cruzaron datos obtenidos de diferentes fuentes para confirmar la precisión de la información técnica.

Se compararon valores como capacidad de procesamiento y eficiencia entre varias referencias.

3.3.5-Redacción y organización

Se redactó el texto de manera estructurada:

Introducción general sobre los chancadores giratorios.

Descripción detallada de componentes y principios de funcionamiento.

Análisis de ventajas y desventajas.

Exploración de innovaciones tecnológicas en el sector.

Se utilizó un lenguaje técnico adecuado para el público objetivo, con explicaciones claras de términos especializados.

3.3.6-Revisión final

Se revisó la claridad, precisión y coherencia del texto.

Se ajustó el contenido para garantizar que todas las secciones estuvieran completas y alineadas con el propósito del documento

3.4 –Paso a paso de la selección del diseño

3.4.1-Selección del diseño 3D del chancador giratorio

Se llevó a cabo un proceso de selección y adquisición de un modelo tridimensional del chancador giratorio para su uso en el proyecto. El procedimiento incluyó las siguientes etapas:

3.4.2-Búsqueda y adquisición del diseño

Se exploró la página web Cults3D para encontrar un modelo adecuado de chancador giratorio.

Se identificó un diseño creado por el usuario maverickc4 titulado "Chancador Giratorio".

El modelo seleccionado tuvo un costo total de $7,839.44 MXN, que se pagó para proceder con la descarga.

3.4.3-Detalles del diseño descargado

El archivo descargado contenía el diseño del chancador dividido en 16 partes para facilitar su impresión 3D y ensamblaje.

3.4.4-Preparación para la impresión 3D

Se utilizó la aplicación Creality Slicer 4.8, cuya función principal fue transformar los archivos descargados en un formato compatible con la impresora 3D utilizada.

Esta aplicación también proporcionó estimaciones del tiempo necesario para imprimir cada una de las 16 partes.

3.4.5-Razonamiento detrás de la elección

El modelo seleccionado fue considerado adecuado debido a su nivel de detalle y realismo, que cumple con los requisitos técnicos del proyecto.

La inversión realizada en la compra y procesamiento del modelo fue justificada por la calidad del diseño y su compatibilidad con las herramientas disponibles

3.5 - Paso a paso de la configuración de la impresora

3.5.1 - Ensamblar la impresora

Algunas impresoras llegaban preensambladas, pero otras requerían ensamblaje. Se siguieron las instrucciones del fabricante para conectar correctamente piezas como el marco, el extrusor, la cama calefactora, los motores y la pantalla de control.

3.5.2 - Nivelar la cama de impresión

- Cama manual: Se usó un papel de calibración o una hoja de papel normal para nivelar. Se colocó el papel entre la boquilla y la cama, y se ajustaron las ruedas en las esquinas hasta que se sintió una ligera fricción al mover el papel.
- Cama automática: Se activó el sensor de auto nivelación (si estaba disponible) desde el menú de configuración de la impresora.

3.5.3 - Calibrar la boquilla y la cama calefactora

Se aseguró que la boquilla y la cama estuvieran limpias antes de empezar. Luego, se configuraron las temperaturas iniciales:

- Boquilla: Generalmente entre 190-220°C para PLA, y más alta para materiales como ABS (230-250°C).
- Cama calefactora: Se ajustó según el material (por ejemplo, 60-70°C para PLA, 100-110°C para ABS).

3.5.4 - Cargar el filamento

Se precalentó la boquilla según el material que se iba a usar. Se insertó el filamento en el extrusor y se avanzó manualmente hasta que salió material derretido por la boquilla. Además, se verificó que no hubiera restos de filamento viejo en la boquilla.

3.5.5 - Configurar el software de corte (Slicer)

Se descargó un programa slicer, como Creality Slicer o Ultimaker Cura. Después:

Se cargó el modelo 3D importando el archivo en formato. STL o .OBJ.

Se configuraron los parámetros de impresión:

- Altura de capa: 0.1 mm (calidad alta), 0.2 mm (calidad media).
- Velocidad de impresión: 50-60 mm/s.
- Temperaturas: Según el filamento.
- Relleno (Infill): Porcentaje de densidad (ejemplo: 20% para piezas estándar).
- Soportes: Habilitados si el modelo tenía voladizos.

Finalmente, se exportó el archivo en formato .gcode.

3.5.6 - Transferir el archivo a la impresora

Se utilizó una tarjeta SD o se conectó la impresora al PC mediante USB para cargar el archivo .gcode.

3.5.7 - Ajustar la impresora antes de imprimir

Se verificó que la boquilla estuviera limpia y sin obstrucciones. Además, se aseguró que el filamento estuviera correctamente cargado y se revisó nuevamente la nivelación de la cama.

3.5.8 - Iniciar la impresión

Se seleccionó el archivo desde el menú de la impresora. Durante los primeros minutos de impresión, se observó el proceso para garantizar que el filamento se adhiriera bien a la cama. Si hubo problemas con la adhesión, se ajustó la temperatura de la cama o se aplicó adhesivo adicional, como pegamento en barra.

3.5.9 - Supervisar la impresión

Se monitoreó periódicamente el progreso de la impresión para evitar fallos como atascos o capas desalineadas.

3.5.10 - Retirar la impresión

Se dejó enfriar la cama completamente antes de retirar la pieza, con el objetivo de evitar deformaciones. Si fue necesario, se utilizó una espátula o herramienta de extracción para despegar la impresión.

Capítulo 4 Presentación y análisis de resultados

4.1-El chancador giratorio

Es uno de los equipos más utilizados en la etapa de chancado primario en la minería a gran escala. Su diseño robusto y capacidad para manejar grandes volúmenes de material lo hacen esencial en operaciones donde se requiere procesar mineral duro y masivo

4.2-Descripción del Chancador Giratorio

El chancador giratorio consta de las siguientes partes principales:

- Estructura externa (Carcasa): Soporta las fuerzas generadas durante el chancado.
- Eje principal excéntrico: Realiza movimientos giratorios para aplicar presión al material.
- Superficie de trituración (Revestimientos): Recubren las superficies cónicas fija y móvil para protegerlas del desgaste.
- Abertura de alimentación: Por donde se introduce el material en bruto.
- Sistema hidráulico: Controla el ajuste del equipo y la liberación en caso de obstrucciones.

4.2.1-Principio de Funcionamiento

El chancador giratorio opera mediante la compresión y cizallamiento del material:

Ingreso del material:

- El material extraído de la mina se introduce por la parte superior, donde se encuentra una amplia abertura de alimentación.

Movimiento excéntrico del eje:

- Un eje giratorio excéntrico aplica presión al material, comprimiéndolo entre una superficie cónica fija (externa) y otra móvil (interna).

Reducción del tamaño:

- La trituración ocurre en varias etapas mientras el material desciende por la cámara cónica, lo que resulta en fragmentos cada vez más pequeños.

Descarga del material:

- El producto triturado sale por la parte inferior del equipo, listo para el transporte o procesamiento secundario.

4.2.2-Ventajas del Chancador Giratorio

Alta capacidad de procesamiento

- Puede manejar grandes volúmenes de material, alcanzando capacidades de hasta 10,000 toneladas por hora, dependiendo del modelo.

Eficiencia energética

- Es más eficiente en términos de consumo energético comparado con otros tipos de chancadores primarios, especialmente en operaciones de alta producción.

Manejo de materiales de gran tamaño

- Permite la alimentación de materiales con grandes dimensiones, debido a su amplia abertura superior.

Durabilidad y robustez

- Construido con materiales resistentes al desgaste, lo que lo hace adecuado para procesar materiales altamente abrasivos y duros.

4.2.3-Desventajas del Chancador Giratorio

Altos costos de instalación

- Su tamaño y complejidad mecánica requieren una inversión inicial significativa, así como un espacio considerable para su instalación.

. Mantenimiento especializado

- Aunque los intervalos de mantenimiento son menos frecuentes, este tipo de chancador requiere personal capacitado y equipos especializados para su inspección y reparación.

Complejidad mecánica

- Su diseño incluye múltiples componentes móviles, como el eje excéntrico y el sistema hidráulico, que pueden fallar si no se realiza un mantenimiento adecuado.

4.2.4-Aplicaciones del Chancador Giratorio

- Minería a gran escala:
    - Es ideal para proyectos que requieren el procesamiento continuo de minerales metálicos y no metálicos de alta dureza.
- Procesamiento de minerales abrasivos:
    - Gracias a sus revestimientos reemplazables y su diseño robusto, puede manejar materiales abrasivos como cobre, hierro y granito.
- Producción de agregados:
    - Aunque menos común, se utiliza en la producción de agregados de gran volumen para la construcción.

4.2-5-Comparación con Otros Chancadores Primarios

Características	**Chancador Giratorio**	**Chancador de Mandíbulas**	**Chancador de Impacto**
Capacidad de procesamiento	Alta (hasta 10,000 t/h)	Media (1,000–1,500 t/h)	Baja a media (500–1,000 t/h)
Tipo de material	Duros y abrasivos	Duros y moderadamente abrasivos	Suaves y poco abrasivos
Espacio requerido	Grande	Menor	Compacto
Costo de operación	Alto	Moderado	Bajo

4.2.6-Innovaciones Tecnológicas en Chancadores Giratorios

Automatización y monitoreo en tiempo real:

- Los sistemas modernos incluyen sensores que monitorean la presión, la temperatura y el desgaste de los revestimientos, optimizando la operación.

Materiales avanzados en revestimientos:

- Uso de aleaciones de alta resistencia para prolongar la vida útil y reducir el tiempo de inactividad por mantenimiento.

Diseños más compactos y eficientes:

- Nuevos modelos con menor tamaño relativo, pero con la misma capacidad, ideales para plantas con limitaciones de espacio.

Sistemas hidráulicos mejorados:

- Permiten ajustes más rápidos en la abertura de descarga y liberación automática de bloqueos.

4.3-Partes del chancador giratorio

4.3.1-Contra eje

Funciones principales

Transmisión de potencia

- El contra eje recibe la energía del motor, generalmente a través de una polea o engranaje, y la transfiere al sistema excéntrico.

Soporte mecánico

- Proporciona estabilidad al sistema de transmisión y mantiene una alineación adecuada entre los componentes móviles.

Reducción de desgaste

- A través de su diseño y materiales, minimiza el desgaste en los componentes asociados, como rodamientos y engranajes.

Eje principal del contra eje

- Material: Acero forjado tratado térmicamente para soportar cargas dinámicas.
- Función: Transmitir el torque del motor al conjunto excéntrico.

Engranaje del contra eje

- Descripción: Engranaje cónico o helicoidal conectado al eje principal.
- Material: Acero endurecido para resistir el desgaste.
- Función: Transferir el movimiento rotatorio hacia el engranaje de la excéntrica.

Cojinetes de soporte

- Descripción: Rodamientos que sostienen el contra eje y reducen la fricción en el sistema.
- Material: Bronce, acero o materiales compuestos antifricción.
- Función: Garantizar el movimiento suave y preciso del eje.

Sistemas de lubricación

- Descripción: Canales, bombas y reservorios de lubricante que aseguran una operación continua y sin fricción.
- Función: Prolongar la vida útil del contra eje y sus componentes asociados.

- Generalmente se encuentra en la parte inferior del bastidor principal, conectado al sistema de transmisión.

4.3.2-Manto

Funciones Principales

Superficie de chancado

- Actúa como la herramienta móvil que presiona el material contra los cóncavos, rompiendo las rocas en tamaños más pequeños.

Resistencia al desgaste

- Diseñado para soportar el impacto y la abrasión del material procesado.

Componentes del Manto

Cuerpo del manto

- Material: Acero al manganeso, altamente resistente al desgaste y al impacto.
- Función: Realizar el trabajo de chancado directo.

Revestimiento externo

- Descripción: Una capa adicional en algunos diseños que mejora la resistencia al desgaste.
- Material: Aleaciones endurecidas o compuestos resistentes a la abrasión.

Sistema de fijación

- Pernos o mecanismos de sujeción que aseguran el manto al eje principal, permitiendo su reemplazo cuando esté desgastado.

Proceso de Instalación del Manto

Preparación del eje principal

- Limpieza de la superficie del eje para garantizar un contacto firme con el manto.

Colocación del manto

- Ajuste del manto sobre el eje principal, alineándolo con precisión.

Fijación

- Asegurar el manto con los sistemas de fijación adecuados según las especificaciones del fabricante.

Verificación del ajuste

- Comprobar la estabilidad y alineación del manto antes de iniciar la operación.

4.3.3-Eje Principal

Funciones Principales

Soporte del manto

- Proporciona la base estructural para el manto y transmite el movimiento generado por la excéntrica.

Transmisión de movimiento oscilatorio

- Permite que el manto se mueva de forma circular para realizar el chancado.

Componentes del Eje Principal

Eje principal

- Material: Acero de alta resistencia tratado térmicamente.
- Función: Soportar las cargas dinámicas y transmitir el movimiento del sistema excéntrico.

Cojinetes de soporte

- Descripción: Rodamientos que permiten el movimiento suave del eje principal dentro del bastidor.
- Material: Bronce, acero o materiales compuestos antifricción.

Sistema de lubricación

- Descripción: Conjunto de canales, bombas y reservorios de aceite que reducen la fricción y el desgaste en las superficies de contacto.
- Función: Proteger el eje y los cojinetes durante la operación.

4.3.4- Ensamble del Cilindro Hidráulico

Descripción:

- Componente esencial del sistema de ajuste y seguridad del chancador.
- Permite regular la abertura de descarga y proporciona un sistema de protección contra sobrecargas.

Partes principales:

- Cilindro hidráulico: Genera la fuerza necesaria para ajustar el eje principal o liberar bloqueos.
- Acumuladores: Almacenan presión hidráulica para amortiguar impactos.

Función:

- Ajusta la posición del eje principal para modificar el tamaño del producto.
- Facilita la liberación automática de materiales no triturables.

4.3.5-Tapa de Araña Tipo Cúpula

Funciones Principales

Protección del eje principal y sus componentes

- Evita la entrada de polvo, material no triturable y otros contaminantes que puedan dañar el sistema interno del chancador.

Soporte estructural

- Distribuye las fuerzas generadas durante la operación hacia el ensamble de la araña y el bastidor del chancador.

Reducción del desgaste

- Minimiza el impacto directo del material sobre el eje principal y los cojinetes superiores.

Características Principales

Diseño tipo cúpula

- Proporciona una forma aerodinámica que facilita el flujo del material hacia los cóncavos y evita acumulaciones.

Materiales de construcción

- Cuerpo principal: Fabricado en acero fundido de alta resistencia o aleaciones reforzadas.
- Revestimiento interno: Cubierto con materiales resistentes al desgaste, como acero al manganeso o polímeros avanzados.

Compatibilidad con sistemas de lubricación y sellado

- Incluye canales para lubricantes y sistemas de sellado que protegen los componentes internos.

4.3.6Ensamble de la Araña

Funciones Principales

Soporte de los cóncavos superiores

- Proporciona un punto de anclaje para los revestimientos cóncavos, que son cruciales en el proceso de chancado.

Transmisión de fuerzas

- Canaliza las fuerzas generadas durante la trituración hacia el bastidor principal, reduciendo el estrés en los componentes internos.

Acceso para mantenimiento

- Permite la inspección y el reemplazo de los cóncavos superiores y el eje principal.

Componentes del Ensamble de la Araña

Brazos de la araña

- Estructuras radiales que soportan el peso de los cóncavos y distribuyen las cargas.
- Material: Acero fundido reforzado para resistir las fuerzas generadas durante el chancado.

Base de la araña

- Punto de fijación entre los brazos de la araña y el bastidor principal.
- Material: Aleaciones de alta resistencia con propiedades antifricción.

Sistema de sellado

- Descripción: Conjunto de juntas y anillos que protegen el eje principal de la entrada de contaminantes.

4.3.7-Ensambles Cóncavos Superiores

Placas cóncavas superiores

- Descripción:
  - Superficies curvas fabricadas para alinearse con la forma cónica del manto.
- Material:
  - Acero al manganeso de alta resistencia o aleaciones endurecidas para soportar altos niveles de abrasión e impacto.
- Función:
  - Recibir el material triturado inicialmente y canalizarlo hacia los cóncavos intermedios de forma controlada.

Sistema de soporte y fijación

- Descripción:
  - Conjunto de elementos metálicos que asegura las placas cóncavas superiores al bastidor del chancador.
- Material:
  - Acero de alta resistencia tratado térmicamente.
- Función:
  - Mantener las placas en su posición, evitando movimientos indeseados durante la operación.

Revestimientos amortiguadores

- Descripción:

        - Material colocado entre las placas cóncavas y el bastidor para amortiguar las vibraciones y evitar el desgaste directo en el chasis.
    - Material:
        - Caucho reforzado o materiales compuestos de alta resistencia.
    - Función:
        - Reducir la transferencia de vibraciones al bastidor y prolongar la vida útil de los componentes.

Elementos de fijación

- Descripción:
    - Pernos, cuñas o tornillos de alta resistencia que aseguran las placas cóncavas al bastidor.
- Función:
    - Permitir un montaje firme y facilitar el desmontaje durante los mantenimientos programados.

4.3.8-Ensambles Cóncavos Intermedios

Placas cóncavas intermedias

- Descripción:
    - Son piezas curvas que se montan en el bastidor del chancador, formando la superficie fija intermedia de la cámara de chancado.
- Material:
    - Fabricadas con acero al manganeso o aleaciones endurecidas, diseñadas para resistir altos niveles de abrasión e impacto.
- Función:
    - Proporcionar una superficie de trituración fija y soportar el contacto continuo con el material procesado.

Soportes y anclajes

- Descripción:
  - Elementos metálicos que fijan las placas cóncavas al bastidor del chancador.
- Material:
  - Acero de alta resistencia.
- Función:
  - Garantizar la estabilidad de las placas cóncavas y su alineación precisa dentro de la cámara de chancado.

Elementos de fijación

- Descripción:
  - Pernos, tornillos y cuñas que aseguran las placas cóncavas al bastidor.
- Material:
  - Acero tratado térmicamente para soportar las tensiones mecánicas y evitar el aflojamiento durante la operación.

Revestimientos traseros

- Descripción:
  - Capas de material resistente que se colocan detrás de las placas cóncavas para amortiguar las vibraciones y proteger el bastidor del desgaste.
- Función:
  - Extender la vida útil del equipo y reducir la transferencia de vibraciones a otras partes de la máquina.

4.3.9-Ensamble de revestimiento inferior

- Descripción:
    - Son paneles fabricados con materiales resistentes al desgaste, como acero al manganeso o aleaciones endurecidas.
- Ubicación:
    - Cubren las áreas internas del bastidor inferior del chancador.
- Función:
    - Absorben el impacto del material triturado y reducen la abrasión sobre el bastidor principal.

Soportes de montaje

- Descripción:
    - Estructuras metálicas que fijan las placas de revestimiento al bastidor del chancador.
- Material:
    - Acero de alta resistencia para garantizar la rigidez.
- Función:
    - Mantener las placas firmemente en su posición, asegurando que soporten las cargas dinámicas.

Elementos de fijación

- Descripción:
    - Tornillos, pernos o cuñas diseñados para anclar las placas de revestimiento al bastidor.
- Material:
    - Generalmente de acero endurecido para resistir la corrosión y las tensiones mecánicas.
- Función:

- Facilitar el montaje y desmontaje durante los procesos de mantenimiento.

 Sellos antipolvo

- Descripción:
  - Dispositivos que evitan que el polvo y el material fino se acumulen detrás de las placas del revestimiento.
- Función:
  - Proteger las partes internas del bastidor de contaminantes que puedan causar daño o reducir la vida útil del equipo.

4.3.10-Campana del Sello Contra Polvo

Funciones Principales

Protección contra el polvo

- Evita la entrada de partículas abrasivas a las áreas internas críticas, como el sistema de lubricación y los mecanismos giratorios.

Mantenimiento de la eficiencia del sistema

- Garantiza la funcionalidad y reduce el desgaste prematuro de los componentes internos.

Componentes de la Campana del Sello Contra Polvo

Campana de protección

- Material: Generalmente de acero o materiales compuestos resistentes al desgaste y la corrosión.
- Función: Forma una barrera física contra el polvo y partículas externas.

Sello dinámico

- Material: Caucho reforzado o polímeros avanzados.
- Función: Crea un sellado hermético mientras permite el movimiento relativo entre los componentes móviles.

Sistema de montaje

- Descripción: Elementos de fijación y soportes para asegurar la campana en su posición.
- Función: Garantizar una instalación firme y precisa.

Proceso de Ensamble de la Campana del Sello Contra Polvo

Preparación de la superficie de montaje

- Limpieza del área para asegurar un sellado efectivo.

Instalación de la campana y el sello

- Colocación del conjunto de campana y ajuste de los elementos de fijación.

Verificación del sellado

- Inspección para garantizar que el sello esté correctamente instalado y no presente fugas.
-

4.3.11-Ensamble de la Excéntrica

Funciones Principales

Proporcionar movimiento excéntrico al eje principal

- Genera la acción de compresión necesaria para el chancado del material.

Soporte estructural

- Distribuye las cargas dinámicas del eje principal hacia el bastidor del chancador.

Componentes del Ensamble de la Excéntrica

Manga excéntrica

- Descripción: Cilindro exterior con un eje desplazado con relación al centro.
- Material: Acero endurecido para soportar altas cargas dinámicas.
- Función: Transmitir el movimiento excéntrico al eje principal.

Cojinetes de soporte

- Descripción: Rodamientos o cojinetes deslizantes diseñados para altas cargas y bajas velocidades.
- Material: Bronce o aleaciones con propiedades antifricción.
- Función: Reducir la fricción entre la excéntrica y las superficies de soporte.

Sistema de lubricación

- Descripción: Canalizaciones y bombas que distribuyen lubricante al conjunto excéntrico.
- Función: Reducir el desgaste y disipar el calor generado durante el funcionamiento.

Elementos de fijación

- Pernos y abrazaderas que aseguran el ensamble al bastidor del chancador.

-Proceso de Ensamble de la Excéntrica

Montaje de la manga excéntrica

- Colocación de la excéntrica en el bastidor, asegurando el alineamiento correcto.

Instalación de los cojinetes

- Colocación de los rodamientos o cojinetes deslizantes y aplicación de lubricante en las superficies de contacto.

Fijación del ensamble

- Uso de pernos de alta resistencia para garantizar una unión segura.

Prueba de movimiento

- Verificación del desplazamiento excéntrico del eje principal para confirmar el correcto funcionamiento del ensamble.
-

4.3.12-Brida

Funciones Principales

Conexión estructural

- Une los diferentes módulos del chancador, como el revestimiento, los cóncavos y el bastidor, permitiendo una operación integrada.

Soporte del revestimiento y los cóncavos

- Proporciona una base firme para los revestimientos, distribuyendo las cargas generadas durante el chancado.

Aseguramiento del sellado

- En algunos diseños, la brida contribuye al sellado entre componentes para evitar la entrada de polvo o partículas.

Componentes de la Brida

Placa de brida

- Descripción: Superficie metálica circular o anular que actúa como punto de unión entre las partes superiores e inferiores del chancador.
- Material: Acero de alta resistencia o aleaciones reforzadas.
- Función: Asegurar la alineación precisa de los componentes conectados.

Elementos de fijación

- Pernos y tuercas de alta resistencia que mantienen firmemente unidas las secciones conectadas.

Revestimientos protectores (opcional)

- En algunos diseños, se añaden recubrimientos resistentes al desgaste en las superficies de contacto.

4.3.13-Bastidor

Funciones Principales

1. Soporte estructural del chancador
    - Forma la base principal del equipo, soportando todos los componentes y el material procesado.
2. Distribución de fuerzas
    - Absorbe las fuerzas dinámicas generadas durante el chancado, evitando deformaciones o fallas estructurales.
3. Anclaje del equipo al entorno
    - Proporciona estabilidad al chancador, permitiendo su instalación segura en el lugar de trabajo.

Componentes del Bastidor

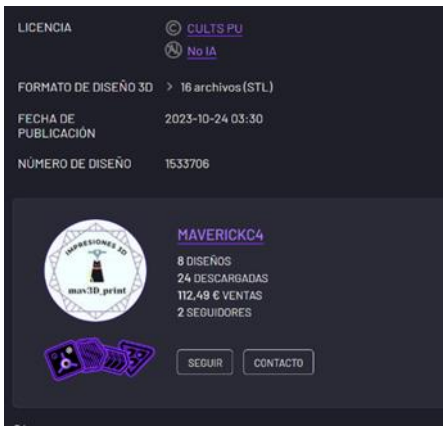
1. Bastidor superior
    - Descripción: Parte superior de la estructura que sostiene los cóncavos y el sistema de chancado.
    - Material: Acero estructural tratado térmicamente para mayor resistencia.
    - Función: Proporcionar un soporte sólido y acceso al sistema de chancado.
2. Bastidor inferior
    - Descripción: Base que soporta el peso total del chancador y lo fija al suelo o la estructura de soporte externa.
    - Material: Acero de alta resistencia.

- Función: Distribuir el peso y las cargas dinámicas hacia el suelo o las fundaciones.

3. Refuerzos estructurales
    - Descripción: Vigas y soportes internos que fortalecen la estructura del bastidor.
    - Material: Aleaciones de acero de alta resistencia.
    - Función: Incrementar la rigidez del bastidor y minimizar las vibraciones.
4. Bases de anclaje
    - Descripción: Zonas reforzadas donde el bastidor se fija al suelo mediante pernos de anclaje.
    - Función: Proporcionar estabilidad al equipo durante su operación.

4.4-Selección del diseño 3D del chancador giratorio

Se selecciono un modelo de chancador giratorio en donde se usó una página para conseguir el diseño del chancador la página en donde se encontró el diseño es https://cults3d.com/,el nombre de cuyo creador del diseño es maverickc4 y nombre del diseño es chancador giratorio donde se tuve que comprar costando un total 7.839.44 pesos al momento de descargar el diseño se dividía en 16 partes , se descargó una aplicación llamada creality slicer 4.8 donde se función era trasformar el diseño descargo a un archivo compatible con impresora donde también nos daba el tiempo aproximado que se demoran cada pieza



4.5-Impresión 3D

La impresión 3d se tuvo que dividir en 16 partes de impresión, cada parte tiene un tiempo distinto de impresión, también se configuro la impresora con las siguientes especificaciones:

Velocidad: 100

Boquilla: 200

Calentura: 95

Ventilador: 0%



4.6-Selección de materiales

Los materiales seleccionados son 3D printing filaments de la marca creality el valor de los filamentos el estimado es de 14.990 pesos/cada uno donde se usaron dos filamentos uno de color amarillo y uno blanco dando un total 29.980 pesos de donde se usará en una impresora Ender 3 Creality el valor estimado es de 220.990 pesos

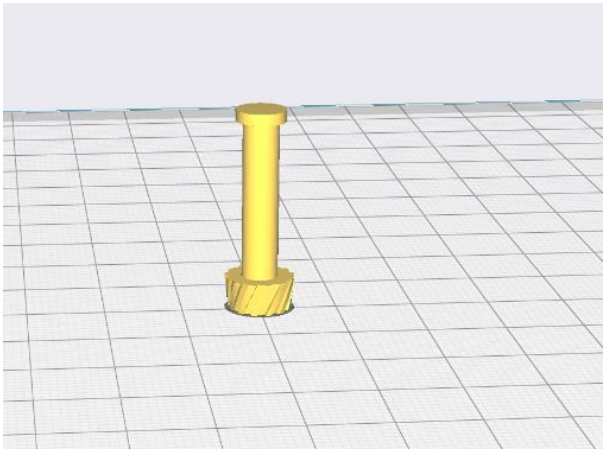
4.7-Tabla de tiempo de impresión

Número de piezas	Tiempo de impresión
contra eje	12 minutos
Manto y eje principal	5 horas 6 minutos
Soporte de chancador	1 hora con 31 minutos
Ensamble del cilindro hidráulico	37 minutos
Soporte de chancador	1 hora con 29 minutos
Tapa de araña tipo cúpula y ensamble de la araña	1 hora con 2 minutos
Ensamble del revestimiento inferior	54 minutos
Ensambles cóncavos superior	49 minutos
Ensamble del revestimiento inferior	55 minutos
Ensambles cóncavos intermedio	54 minutos
Ensambles cóncavos superior	49 minutos
Ensambles cóncavos intermedio	55 minutos
Campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica	1 hora con 27 minutos
Campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica	1 hora con 26 minutos
Brida y bastidor	5 horas con 4 minutos
Brinda y bastidor	5 horas con 7 minutos

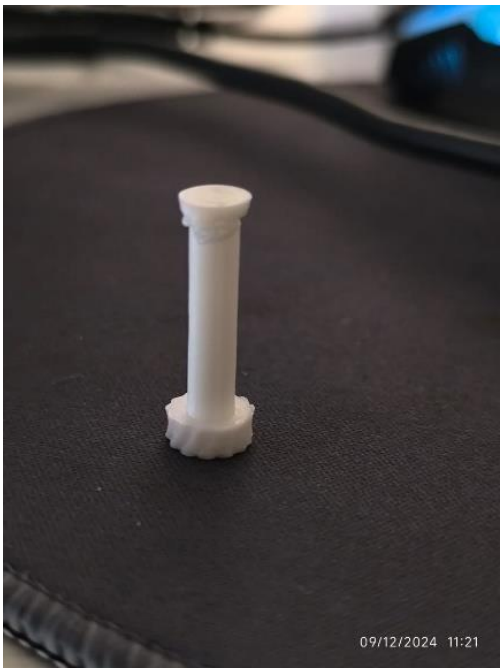
Se imprimieron 16 piezas para lograr la construcción del chancador giratorio se empezó por las piezas con mayor tiempo de impresión

4.8-Diseños y Resultados

4.8.1-Contra eje



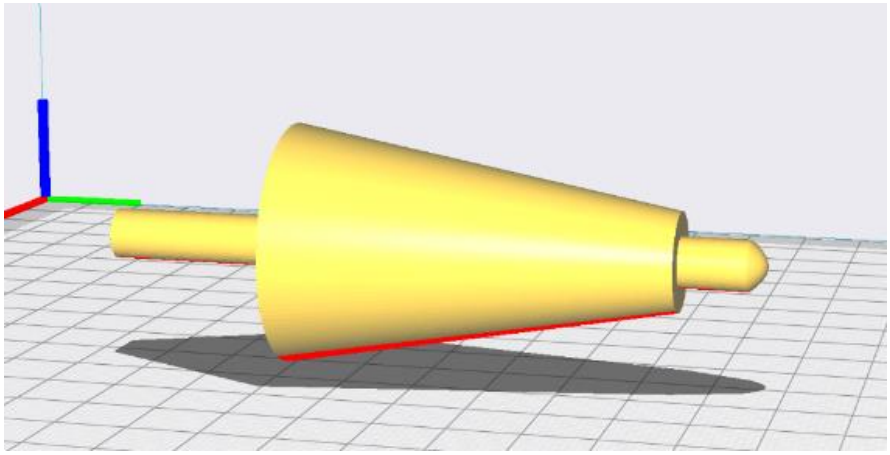
Diseño de contra eje en creality slicer 4.8 (fuente propia)



Impresión de contra eje 3d (fuente propia)

El tiempo de impresión 3d del contra eje fue de 12 minutos

4.8.2-Manto y eje principal



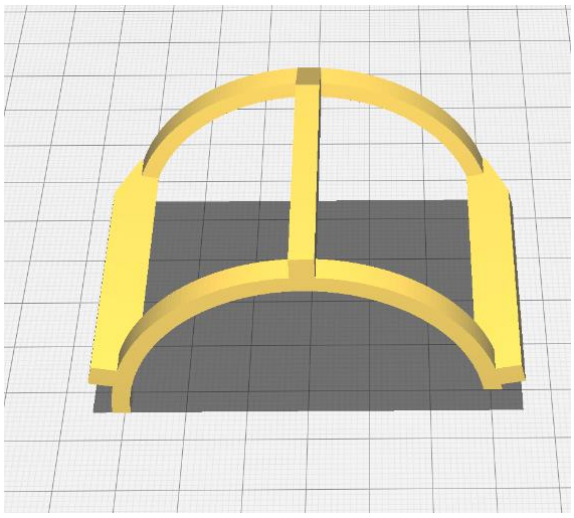
Diseño de manto y eje principal (fuente propia)



Impresión del manto y eje principal l (fuente propia)

El tiempo de impresión 3d del manto y eje principal fue de 5 horas con 6 minutos

4.8.3-Soporte de chancador



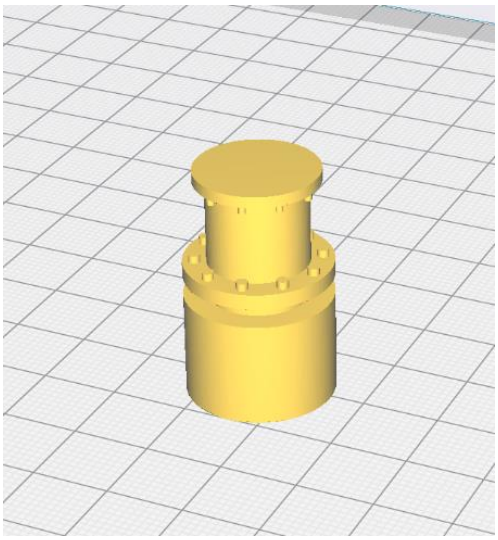
Diseño del chancador en creality slicer 4.8 (fuente propia)



Impresión del soporte de chancador (fuente propia)

El tiempo de impresión 3d del soporte del chancador fue de 1 hora con 31 minutos

4.8.4-Ensamble del cilindro hidráulico



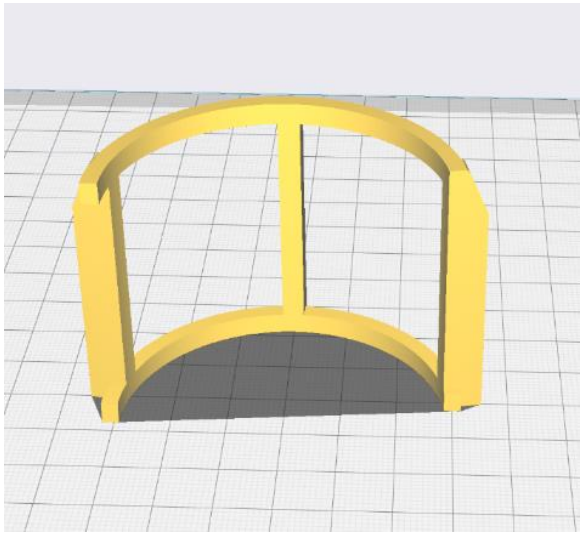
Diseño de cilindro hidráulico en crealety slicer 4.8 (fuente propia)



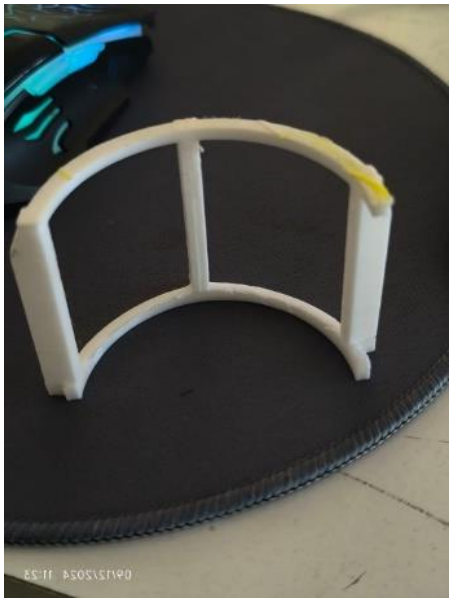
Impresión 3D del cilindro hidráulico (fuente propia)

El tiempo de impresión 3d del cilindro hidráulico fue de 37 minutos

4.8.5-Soporte de chancador



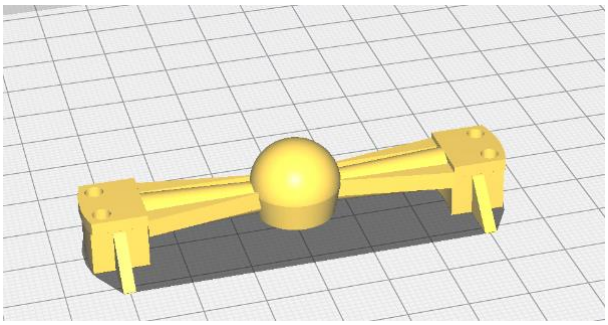
Diseño de soporte del chancador en creality slicer 4.8 (fuente propia)



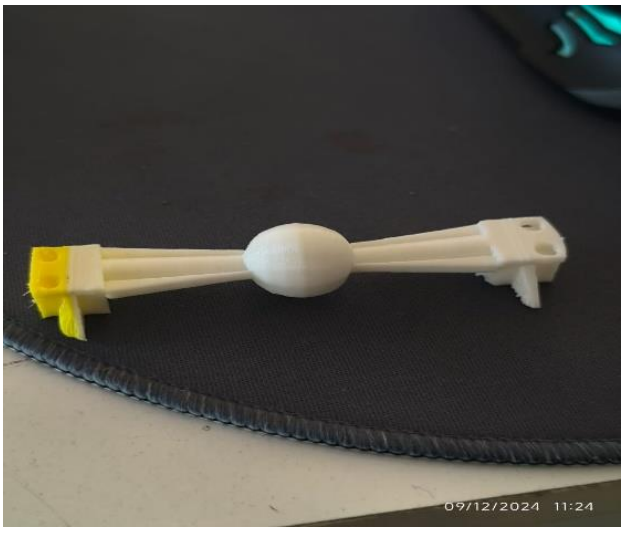
Impresión 3d del soporte de l chancador (fuente propia)

El tiempo de impresión 3D del soporte de chancador fue de 1 hora con 29 minutos

4.8.6-Tapa de araña tipo cúpula y ensamble de la araña



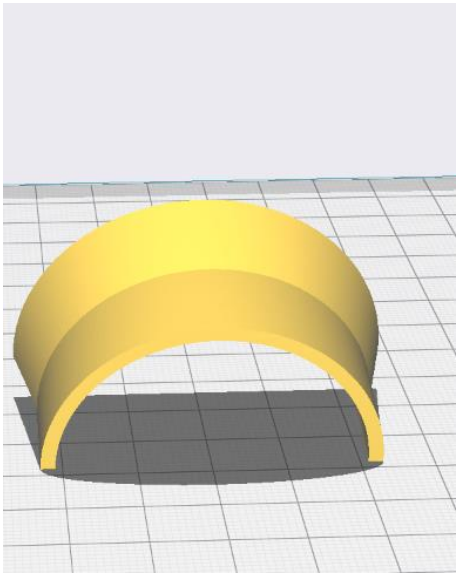
Diseño de Tapa de araña tipo cúpula y ensamble de la araña en creality slicer 4.8 (fuente propia)



Impresión 3d de la Tapa de araña tipo cúpula y ensamble de la araña (fuente propia)

El tiempo de impresión 3D de la Tapa de araña tipo cúpula y ensamble de la araña fue de 1 hora con 2 minutos

4.8.7-Ensamble del revestimiento inferior I



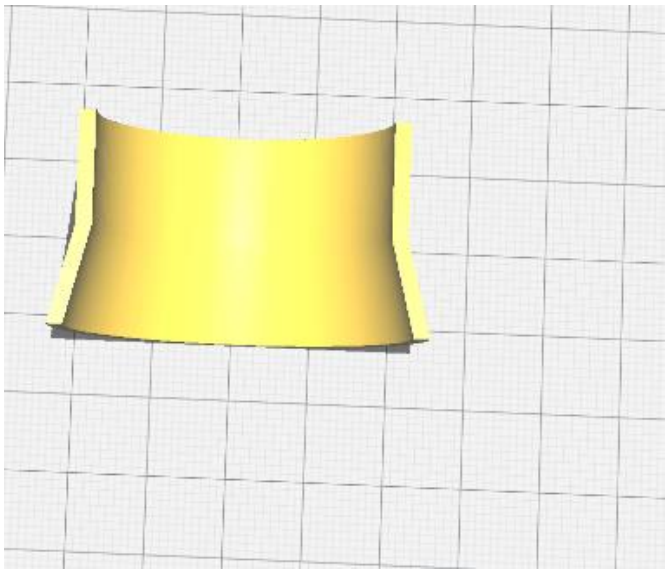
Diseño del ensamble del revestimiento inferior en creality slicer 4.8 (fuente propia)



Impresión 3D del ensamble del revestimiento (fuente propia)

El tiempo de impresión 3d del ensamble del revestimiento inferior fue de 54 minutos

4.8.8-Ensambles cóncavos superior I



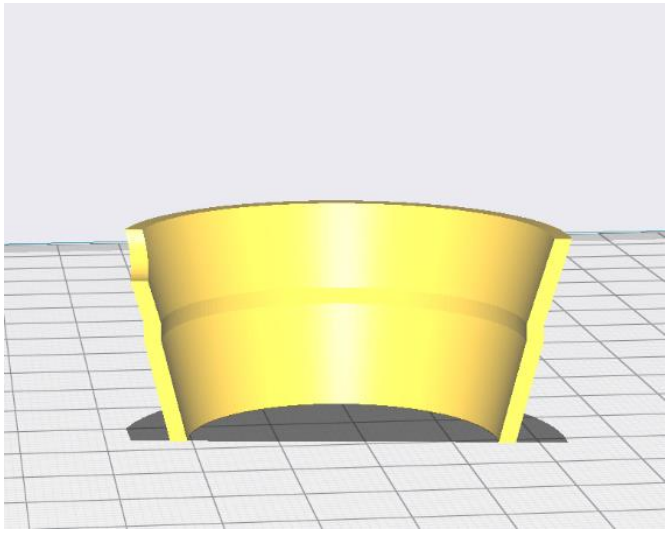
Diseño de ensambles cóncavos superior en creality slicer 4.8 (fuente propia)



Impresión 3D del ensamble cóncavos superior (fuente propia)

El tiempo de impresión 3D del ensamble cóncavos superior fue de 49 minutos

4.8.9-Ensamble del revestimiento inferior D



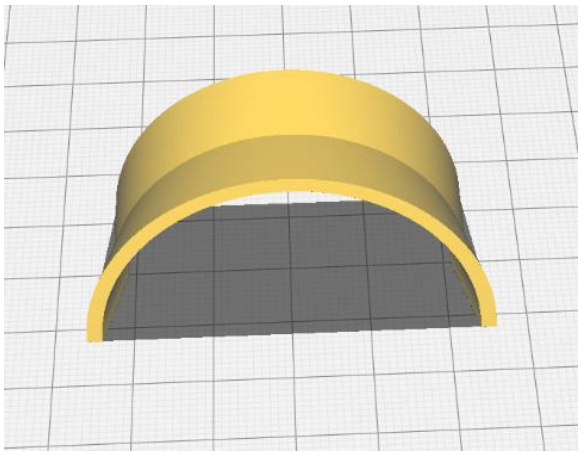
Diseño del revestimiento inferior D en creality slicer 4.8 (fuente propia)



Impresión del revestimiento inferior D (Fuente propia)

El tiempo de impresión 3D del revestimiento inferior fue de 55 minutos

4.8.10-Ensambles cóncavos intermedio I



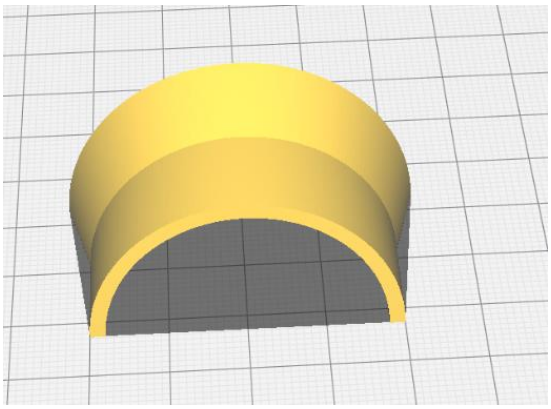
Diseño del Ensambles cóncavos intermedio I en creality slicer 4.8 (fuente propia)



Impresión 3D del ensamble cóncavos intermedio (fuente propia)

El tiempo de impresión 3D del ensamble cóncavos intermedio fue de 54 minutos

4.8.11-Ensambles cóncavos superior D



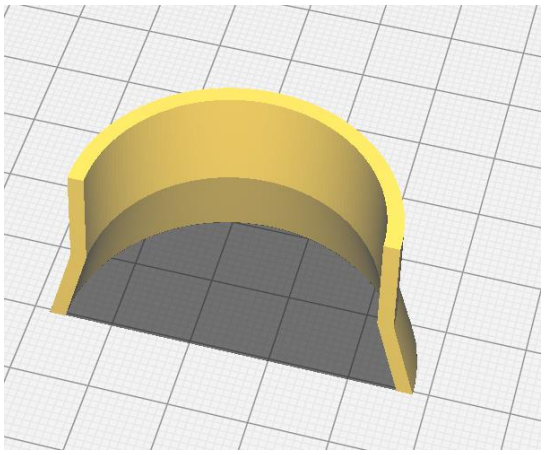
Diseño de ensambles cóncavos superior en creality slicer 4.8 (fuente propia)



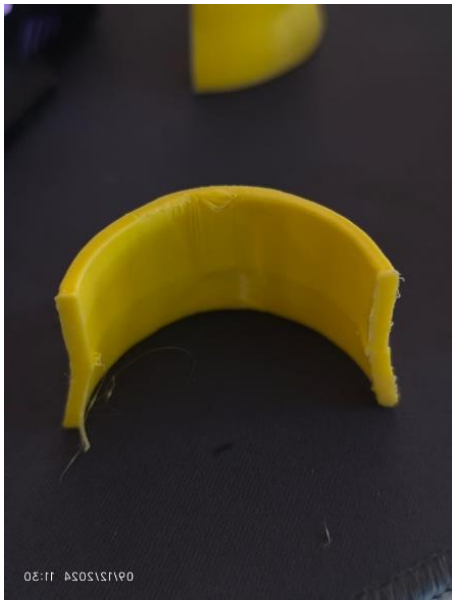
Impresión 3D del ensamble cóncavos superior (fuente propia)

El tiempo de impresión 3d ensamble cóncavos superior fue de un 49 minuto

4.8.12-Cóncavos intermedio D



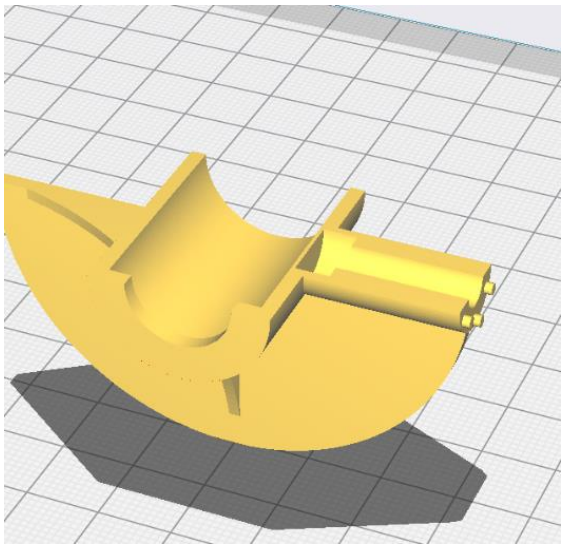
Diseño del ensamble cóncavos intermedio en creality slicer 4.8 (fuente propia)



Impresión 3d del ensamble cóncavos intermedio (fuente propia)

El tiempo de impresión 3d del ensamble cóncavos intermedio fue de 55 minutos

4.8.13-Campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica D



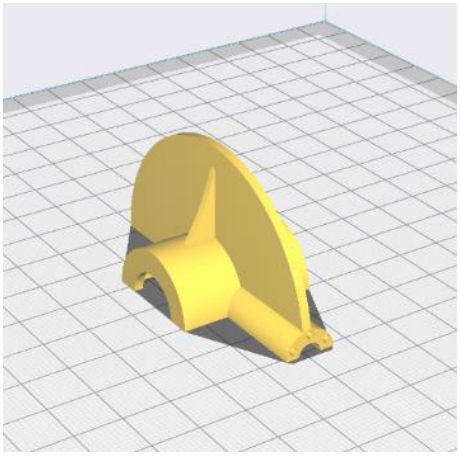
Diseño de Campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica D creality slicer 4.8 (fuente propia)



Impresión 3D de la campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica D (fuente propia)

El tiempo de impresión 3D de la campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica D fue de 1 hora con 27 minutos

4.8.14-Campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica I



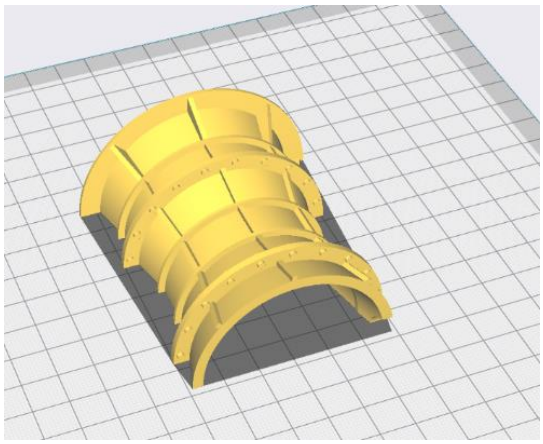
Diseño de la Campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica I en creality slicer 4.8 (fuente propia)



Impresión 3d de la campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica I (fuente propia)

El tiempo de impresión 3D de la campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica I fue de 1 hora con 26 minutos

4.8.15-Brida y bastidor D



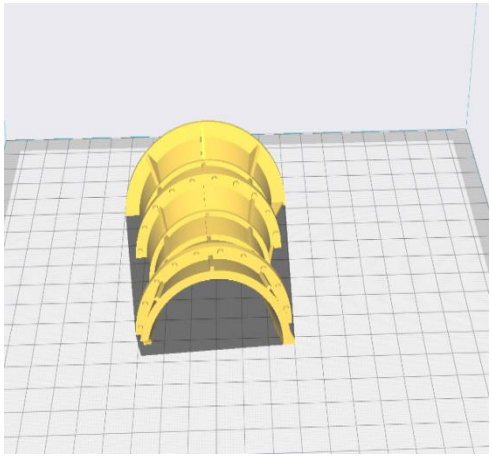
Diseño de la Brida y bastidor D en creality slicer 4.8 (fuente propia)



Impresión 3D de la brinda y bastidor D (fuente propia)

El tiempo de impresión 3D de la brida y bastidor D fue |de 5 horas con 4 minutos

4.8.16-Brida y bastidor I



Diseño de la Brida y bastidor I en creality slicer 4.8 (fuente propia)



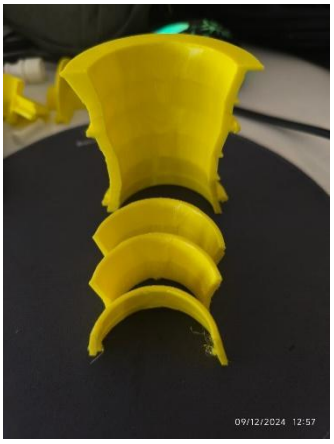
Impresión 3D de la brinda y bastidor I (fuente propia)

El tiempo de impresión 3D de la brida y bastidor I fue de 5 horas con 7 minutos

4.9-Ensamblaje del modelo a escala.

4.9.1-Primer ensamblaje

El primer ensamblaje de las partes se realizó de la siguiente forma el brida y bastidor I con los ensambles cóncavos superior I, intermedio I y ensamble cóncavos revestimiento inferior I



Piezas del primer ensamblaje (fuente propia)

Piezas que se utilizaron para el primer ensamblaje las partes superior I, intermedio I e inferior I se unieron uno arriba del otro luego se procede a unir con la brida y el bastidor



Cóncavos y bridas (fuente propia)

Ensamblaje de las partes de los cóncavos y brida y el bastidor

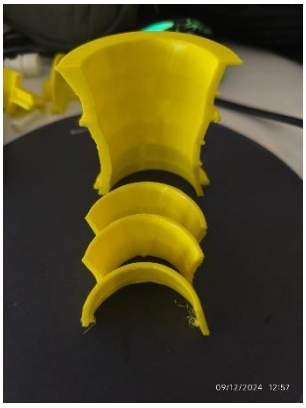


Union de piezas (fuente propia)

Resultados del ensamblaje de las piezas brida y bastidor con piezas de ensamblaje cóncavos

4.9.2- Segundo ensamblaje

El segundo ensamble de las partes se realizó de la siguiente forma el brida y bastidor D con los ensambles cóncavos superior D, intermedio D y ensamble cóncavos revestimiento inferior D



Piezas del segundo ensamblaje (fuente propia)

Piezas que se utilizaron para el primer ensamblaje



Cóncavos y bridas (fuente propia)

Ensamblaje de las partes de los cóncavos y brida y el bastidor

Las partes superior D, intermedio D e inferior D se unieron uno arriba del otro luego se procedió a unir con la brida y el bastidor



Unión de piezas (fuente propia)

Resultado del segundo ensamblaje de la pieza brida e bastidor con los ensamblajes cóncavos

4.9.3- Tercer ensamblaje

Tercer ensamblaje de las partes se realizó de la siguiente forma contra eje, campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica D, campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica I, Ensamble del cilindro hidráulico



Piezas del tercer ensamblaje (fuente propia)

Piezas que se utilizaron en el tercer ensamblaje

El contra eje se une con campana del sello contra polvo y ensamble excéntrica luego el cilindro hidráulico se unió con las campanas de sello contra polvo y ensamble excéntrica



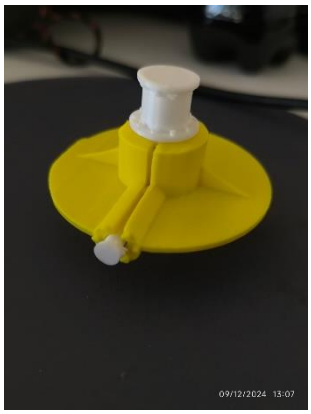
Primer parte de la unión de ensamblajes (fuente propia)

Ensamblaje de contra eje y campanas de sello contra polvo y ensamble excéntrica



Segunda parte de la unión de ensamblaje (fuente propia)

Ensamblaje de cilindro hidráulico y campanas de sello contra polvo y ensamble excéntrico



Tercer ensamblaje completo (fuente propia)

Resultado del cuarto ensamblaje de las piezas contra eje, cilindro hidráulico, campanas de sello contra polvo y ensamble excéntrico

4.9.4- Cuarto ensamblaje

Cuarto ensamblaje de las partes se realizó de la siguiente forma Tapa de araña tipo cúpula y ensamble de la araña, Manto y eje principal



Piezas del cuarto ensamblaje (fuente propia)

Piezas que se utilizaron en el cuarto ensamblaje

La tapa de araña tipo cúpula y ensamble de la araña se unieron al manto y eje principal

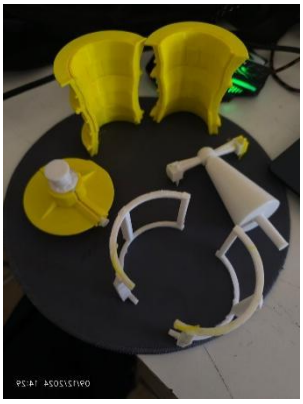


Unión de piezas del cuarto ensamblaje (fuente propia)

Resultado del Cuarto ensamblaje

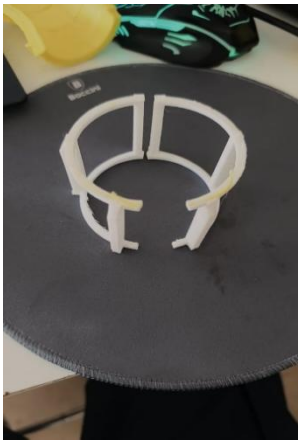
4.9.5- Quinto ensamblaje

Quinto ensamblaje de las partes se realizó de la siguiente forma ahora se ensamblaron todas las piezas para dar el resultado final al chancador



Piezas del ensamblaje (fuente propia)

Piezas que se utilizaron en el quinto ensamblaje



Piezas de soporte de chancador (fuente propia)

Se utilizaron dos piezas como soporte del chancador que lo mantendrá en altura para una mejor observación



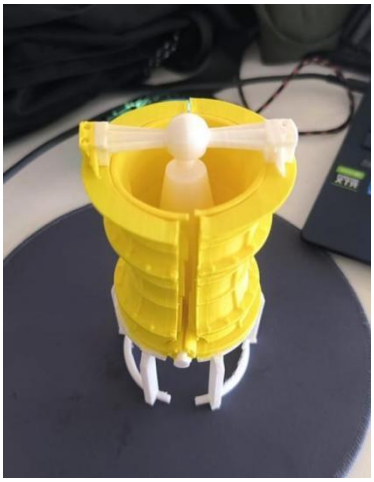
Ensamblaje del chancador (fuente propia)

Se uniron las parte del tercer ensamblaje con las piezas del soporte



Ensamble de las brida y bastidor (fuemte propia)

Se le unieron las partes del primer ensamblaje y el segundo ensamblaje



Modelo a escala ensamblado completo (fuente propia)

Se unieron las partes del cuarto ensamblaje con las piezas ya unidas se completado el diseño del chancador giratorio

Capitulo 5 Conclusiones

El chancador giratorio es un equipo esencial en el procesamiento primario de minerales, especialmente en operaciones de gran escala donde se manejan materiales duros y abrasivos. Su diseño robusto y alta capacidad de procesamiento lo convierten en la opción preferida en la minería para el tratamiento de grandes volúmenes de material, alcanzando eficiencias significativas en comparación con otros tipos de chancadores.

Entre sus principales ventajas destacan su durabilidad, eficiencia energética, y la capacidad para manejar materiales de gran tamaño. Sin embargo, también presenta desafíos, como altos costos de instalación, mantenimiento especializado y una mecánica compleja que requiere una gestión rigurosa para maximizar su vida útil y evitar tiempos de inactividad.

Los avances tecnológicos, como la incorporación de sistemas de monitoreo en tiempo real y materiales de revestimiento de alta resistencia, han mejorado considerablemente su desempeño, permitiendo una operación más confiable y eficiente. Además, su versatilidad en diferentes aplicaciones, desde la minería a gran escala hasta la producción de agregados, demuestra su importancia en la industria.

En conclusión, el chancador giratorio es un componente clave para garantizar la continuidad y eficiencia en las etapas iniciales del procesamiento de minerales. Su correcto diseño, operación y mantenimiento son fundamentales para optimizar los costos operativos y aumentar la productividad en el sector minero

La selección y fabricación del chancador giratorio se llevó a cabo mediante un enfoque moderno, aprovechando herramientas digitales para optimizar el proceso. El diseño fue adquirido a través de la plataforma Cults3D, donde el creador maverickc4 ofreció un modelo titulado "chancador giratorio", el cual tuvo un costo de 7,839.44 pesos. Este diseño, dividido en 16 partes, fue transformado en un archivo compatible con la impresora 3D mediante la aplicación Creality Slicer 4.8, que también proporcionó estimaciones del tiempo necesario para la impresión de cada pieza.

Este método permitió obtener un prototipo funcional del chancador giratorio, reduciendo costos y tiempos asociados a su desarrollo. Además, se demostró la utilidad de las tecnologías de diseño e impresión 3D , integrando precisión, accesibilidad y eficiencia en el desarrollo de soluciones técnicas. La experiencia destaca la importancia de estas herramientas en la mejora continua de los procesos de diseño y fabricación en proyectos industriales.

El proceso de fabricación del chancador giratorio a través de impresión 3D ha sido un éxito, logrando la división eficiente del diseño original en 16 partes, cada una con tiempos de impresión adaptados a su complejidad y tamaño. Se utilizaron configuraciones específicas para la impresora 3D, garantizando la calidad en cada pieza, con parámetros como la temperatura de la boquilla, la cama y la velocidad de impresión, lo cual permitió una correcta adherencia y estabilidad de las piezas durante el proceso.

A lo largo de la impresión, se evidenció que las piezas más complejas, como el manto y eje principal o el brida y bastidor, necesitaron tiempos de impresión mayores, lo cual es típico en piezas grandes y con detalles finos. Por otro lado, las piezas como los soportes de chancador y los ensambles cóncavos se imprimieron en tiempos más cortos, gracias a su menor complejidad.

Este proceso no solo permitió obtener las piezas necesarias para el ensamblaje del chancador giratorio, sino que también facilitó la manipulación de las piezas al estar divididas en segmentos, lo que optimizó tanto el tiempo como los recursos. Además, la gestión de tiempos y los ajustes realizados en las configuraciones fueron clave para obtener una producción eficiente y de calidad, lo que constituye una solución efectiva y moderna en la fabricación de equipos industriales mediante impresión 3D.

Conclusión General

El chancador giratorio es un componente fundamental en el procesamiento de minerales, especialmente en la minería a gran escala, donde se manejan materiales duros y abrasivos. Su robustez y capacidad de procesamiento lo convierten en una opción preferida en la industria minera, destacándose por su durabilidad, eficiencia energética y capacidad para manejar grandes volúmenes de material. Sin embargo, también presenta desafíos, tales como los costos elevados de instalación, la necesidad de mantenimiento especializado y la complejidad mecánica, factores que requieren una gestión rigurosa para optimizar su vida útil y evitar tiempos de inactividad.

A pesar de estos retos, los avances tecnológicos en monitoreo en tiempo real y el uso de materiales de revestimiento de alta resistencia han mejorado notablemente el rendimiento de los chancadores giratorios, permitiendo operaciones más confiables y eficientes. Su versatilidad en diversas aplicaciones, desde la minería a gran escala hasta la producción de agregados, subraya su importancia en el sector industrial.

El proceso de fabricación del chancador giratorio utilizando tecnologías modernas, como la impresión 3D, ha permitido optimizar tanto los tiempos como los costos asociados con su desarrollo. El diseño adquirido de la plataforma Cults3D, junto con el uso de la aplicación Creality Slicer 4.8 para convertir el diseño en un archivo compatible con la impresora 3D, facilitó la creación de un prototipo funcional. Este enfoque no solo redujo significativamente los costos de fabricación, sino que también demostró la efectividad de las herramientas digitales en el diseño y fabricación de equipos industriales.

La división del diseño en 16 partes y la adaptación de los tiempos de impresión a la complejidad de cada pieza permitió una fabricación eficiente y precisa. La correcta configuración de la impresora 3D, incluyendo parámetros como la temperatura y la velocidad de impresión, garantizó la estabilidad de las piezas y su adherencia durante el proceso. Este enfoque optimizó los recursos y permitió obtener un prototipo que cumple con los requisitos técnicos, destacando el valor de las tecnologías de diseño e impresión 3D en la mejora continua de los procesos industriales.

En conclusión, el chancador giratorio, fabricado mediante impresión 3D, representa una solución innovadora que no solo mejora la eficiencia en la producción, sino que también reduce costos y tiempos de desarrollo. La correcta aplicación de tecnologías digitales, como el diseño 3D y la impresión, es clave para el avance y optimización de los procesos industriales en la minería, contribuyendo a una operación más eficiente y competitiva

Bibliografía

1. **Chancadores Giratorios y Conminución**
    - Gálvez, R. (2018). *Tecnología de Chancado en la Minería*. Revista de Ingeniería de Minas, 45(2), 123-135.
2. **Importancia de la Conminución**
    - Duran, F., & Martínez, J. (2020). *Estrategias de Optimización en el Proceso de Conminución*. Journal of Mining Engineering, 67(3), 210-225.
3. **Educación Técnica y Aprendizaje Práctico**
    - Pérez, M. (2019). *El Aprendizaje Basado en Proyectos en la Formación Técnica*. Educación Técnica, 12(1), 75-90.
4. **Impresión 3D en la Educación Técnica**
    - López, A., & Ramírez, C. (2021). *Impresión 3D como Herramienta Didáctica en la Educación Técnica*. Revista de Innovación Educativa, 34(4), 321-338.