

NOMBRE DEL TRABAJO

**TDG S MARROQUIN-C REYES Pulidor me  
t(1).pdf**

AUTOR

**Sergio - Cristhian Marroquin - Reyes**

RECUENTO DE PALABRAS

**12922 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**75708 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**100 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.6MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 3, 2023 10:51 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 3, 2023 10:52 PM GMT-5****● 5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PULIDOR PARA PREPARACIÓN DE  
MUESTRAS METALOGRÁFICAS PARA LA UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
SEDE IBAGUÉ**

**SERGIO HEMEL MARROQUIN BARRAGAN**

**CRISTHIAN HARLEY REYES PALMA**

**2 Universidad Antonio Nariño**

**Programa Ingeniería Mecánica**

**Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica**

**Ibagué, Colombia**

**2023**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PULIDOR PARA PREPARACIÓN DE  
MUESTRAS METALOGRÁFICAS PARA LA UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
SEDE IBAGUÉ**

**SERGIO HEMEL MARROQUIN BARRAGAN**

**CRISTHIAN HARLEY REYES PALMA**

**2 Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
Ingeniero Mecánico**

**Director (a):**

**LUIS FERNANDO PESCA ANGULO**

**Línea de Investigación:**

**Diseño mecánico**

**2 Universidad Antonio Nariño**

**Programa Ingeniería Mecánica**

**Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica**

**Ibagué, Colombia**

**2023**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado

\_\_\_\_\_, Cumple con

los requisitos para optar

Al título de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

Firma del Tutor

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

## 9 AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron realidad la culminación de este proyecto de grado. Primeramente, extendemos nuestro reconocimiento nuestro tutor Luis Fernando Pesca Angulo, quien desplegó su valiosa orientación, inquebrantable paciencia y apoyo constante a lo largo de todo el proceso. Sus sugerencias y consejos resultaron fundamentales para alcanzar los objetivos planteados.

Asimismo, deseamos manifestar nuestra gratitud a la Universidad Antonio Nariño por brindarnos la oportunidad de desarrollar este proyecto, así como a todos los profesores que aportaron su vasto conocimiento y experiencia en beneficio de nuestra formación académica.

No podemos dejar de agradecer a nuestra familia y amigos, cuyo amor, motivación y confianza en nosotros resultaron fundamentales. Su apoyo emocional y logístico fue de vital importancia para hacer frente a los desafíos que se presentaron en el camino.

Por último, pero no menos importante, agradecemos a todos los participantes de este estudio por su colaboración y disposición para responder a las entrevistas y cuestionarios. Sin su participación, este trabajo no habría sido posible.

## **RESUMEN**

Este documento incluye las especificaciones técnicas del equipo construido y los resultados de las pruebas realizadas. El equipo cumple con las prestaciones de uno comercial, pero a menor costo, lo que es beneficioso para la universidad Antonio Nariño sede Ibagué. También se enfatiza la importancia del uso adecuado de las muestras metalográficas y la necesidad de refrigeración durante el proceso de pulido. Este documento es útil para estudiantes y profesionales de la metalurgia interesados en diseñar y construir equipos de manera eficiente.

El proyecto de grado también presenta una revisión bibliográfica detallada del proceso de pulido metalográfico, sus aplicaciones y las técnicas utilizadas en la actualidad. Se describe la selección de materiales, componentes y sistemas de refrigeración; realizamos diseño y fabricación del pulidor garantizando un funcionamiento óptimo. El proyecto permitió a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en un proyecto práctico relevante en el campo de la metalografía y representa una contribución significativa a la investigación y desarrollo en esta área. La documentación y los resultados son valiosos para la comunidad académica y profesional.

## **ABSTRACT**

This document includes the technical specifications of the equipment built and the results of the tests performed. The equipment meets the performance of a commercial one, but at a lower cost, which is beneficial for the Antonio Nariño University, Ibagué campus. The importance of proper use of metallographic samples and the need for cooling during the polishing process is also emphasized. This document is useful for students and professionals in metallurgy interested in designing and building equipment efficiently.

The degree project also presents a detailed literature review of the metallographic polishing process, its applications, and the techniques used today. The selection of materials, components, and cooling systems is described, and the design and manufacture of the polisher were carried out, ensuring optimal operation. The project allowed students to apply theoretical knowledge to a practical project relevant to the field of metallography and represents a significant contribution to research and development in this area. The documentation and results are valuable to the academic and professional community.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
<b>5</b> INTRODUCCIÓN.....	12
<b>1. OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>16</b>
2.1. ACABADO SUPERFICIAL.....	16
2.2. VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL DISCO.....	17
2.3. TIPOS DE MATERIAL PARA DESBASTE.....	18
2.3.1. Aceros.....	18
2.3.2. Aleaciones de aluminio.....	19
2.3.3. Cobre y sus aleaciones.....	20
2.3.4. Vidrio.....	20
2.3.5. Cerámica.....	21
2.4. TIPOS DE MATERIALES PARA PULIDO.....	22
2.4.1. Discos de pulido.....	22
2.5. COMO ELEGIR EL DISCO ABRASIVO ADECUADO.....	29
2.6. RUEDAS Y PIEDRAS ABRASIVAS.....	30
2.6.1. Función de las ruedas abrasivas.....	31
2.6.2. Tres tipos principales de ruedas abrasivas.....	31
2.7. PASTAS ABRASIVAS EN EL PULIDO DE SUPERFICIES.....	34
2.8. PAPEL DE LIJA.....	35
2.9. MATERIALES DE SOPORTE.....	37
<b>3. MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>38</b>
3.1. SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	44
3.1.1. Carcasa.....	44
3.1.2. Estructura.....	45
3.1.3. Discos Porta Lijas.....	45
3.1.4. Motor Eléctrico.....	46
3.1.5. Regulador de voltaje.....	46
3.1.6. Sistema De Refrigeración.....	47
3.1.7. Retenedores.....	47
3.1.8. Rodamientos.....	48



3.1.9.	Tubo cuadrado acero comercial .....	50
3.1.10.	Laminas en acero inoxidable.....	51
3.2.	CALCULO DE COMPONENTES .....	52
4.	METODOLOGIA.....	54
4.1.	DISEÑO DEL PULIDOR METALOGRAFICO.....	54
4.1.1.	Cálculos de componentes mecánicos .....	56
4.2.	SELECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES DEL PULIDOR .....	66
4.2.1.	Motor eléctricos marca Welling.....	66
4.2.2.	Estructura.....	68
4.2.3.	Disco porta lijas.....	69
4.2.4.	Soportes de lija .....	70
4.2.5.	Bandeja de depósito.....	71
4.2.6.	Dimmer regulador de voltaje.....	72
4.2.7.	Breaker .....	73
4.2.8.	Manguera modular ¼ .....	74
4.2.9.	Manguera teflón ¼ .....	75
4.2.10.	Pulidor metalográfico .....	77
4.3.	COMPROBACIÓN DE CONSUMO Y EFICIENCIA .....	77
4.3.1.	Consumo.....	77
4.3.2.	Eficiencia.....	78
5.	CONCLUSIONES.....	80
6.	REFERENCIAS.....	81

## INDICE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Acabado superficial</i> .....	16
<b>Figura 2</b> <i>Rotación disco</i> .....	18
<b>Figura 3</b> <i>Barra de acero</i> .....	19
<b>Figura 4</b> <i>Barra en aleación de aluminio</i> .....	19
<b>Figura 5</b> <i>Barras de cobre</i> .....	20
<b>Figura 6</b> <i>Vidrio plano</i> .....	21
<b>Figura 7</b> <i>Cerámica pintada a mano</i> .....	22
<b>Figura 8</b> <i>Disco de corte</i> .....	24
<b>Figura 9</b> <i>Disco rígido de desbaste</i> .....	25
<b>Figura 10</b> <i>Disco de fibra</i> .....	26
<b>Figura 11</b> <i>Disco de laminas</i> .....	27
<b>Figura 12</b> <i>Discos de anclaje velour</i> .....	28
<b>Figura 13</b> <i>Discos de cambio rápido</i> .....	29
<b>Figura 14</b> <i>Ruedas abrasivas compacta</i> .....	32
<b>Figura 15</b> <i>Ruedas abrasivas de lámina</i> .....	33
<b>Figura 16</b> <i>Ruedas abrasivas de lámina con tela</i> .....	33
<b>Figura 17</b> <i>Pastas abrasivas para pulido</i> .....	35
<b>Figura 18</b> <i>Desbaste</i> .....	36
<b>Figura 19</b> <i>Maquina de esmerilado y pulido bell-MaqPMM-3s</i> .....	38
<b>Figura 20</b> <i>Pulidora y Polichadora</i> .....	41
<b>Figura 21</b> <i>Maquina pulidora</i> .....	42

<b>Figura 22</b> <i>Retenedor</i> .....	48
<b>Figura 23</b> <i>Rodamientos</i> .....	49
<b>Figura 24</b> <i>Tubo cuadrado</i> .....	51
<b>Figura 25</b> <i>Acero inoxidable y sus especificaciones.</i> .....	52
<b>Figura 26</b> <i>Planos de diseño del pulidor</i> .....	55
<b>Figura 27</b> <i>Vista escalonada del pulidor metalográfico</i> .....	56
<b>Figura 28</b> <i>Motor ref w 10006415 de 1/4 de Hp</i> .....	67
<b>Figura 29</b> <i>Especificaciones técnicas del motor</i> .....	67
<b>Figura 30</b> <i>Estructura del pulidor</i> .....	68
<b>Figura 31</b> <i>Mecanizado del disco nylon o poliamida</i> .....	69
<b>Figura 32</b> <i>Discos en nylon o poliamida acabado final</i> .....	70
<b>Figura 33</b> <i>Soporte de lija</i> .....	71
<b>Figura 34</b> <i>Bandeja en acero inoxidable</i> .....	72
<b>Figura 35</b> <i>Dimmer regulador de voltaje</i> .....	72
<b>Figura 36</b> <i>Breaker on/off 127 – 230 V</i> .....	74
<b>Figura 37</b> <i>Manguera torno plástica</i> .....	75
<b>Figura 38</b> <i>Manguera teflón</i> .....	76
<b>Figura 39</b> <i>Pulidora metalográfica</i> .....	77

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Tabla de Selección de disco</i> .....	30
<b>Tabla 2</b> <i>Características bell-MaqPMM-3s</i> .....	40
<b>Tabla 3</b> <i>Especificaciones principales bell- MaqPMM 260</i> .....	44
<b>Tabla 4</b> <i>Tipos de goteo</i> .....	58
<b>Tabla 5</b> <i>Detalles de consumo por cada motor</i> .....	78

## INTRODUCCIÓN

La metalografía es una disciplina fundamental en el estudio y análisis de los materiales. Para ello, se requiere de una serie de equipos y herramientas que permitan la preparación de muestras de manera adecuada. Entre estas herramientas, se encuentra el pulidor metalográfico, que permite obtener una superficie pulida y libre de daños en las muestras para su observación al microscopio. El propósito principal de este proyecto de grado es diseñar un pulidor metalográfico para la Universidad Antonio Nariño sede Ibagué, con el fin de elevar la calidad de la educación y la experiencia de aprendizaje, este proyecto de grado se enfoca en investigación en el área de la metalografía. En este proyecto, se ha tenido en cuenta las necesidades y requisitos de la universidad, así como las especificaciones técnicas del equipo.

La trascendencia de este proyecto reside en que la preparación de muestras metalográficas de alta calidad es fundamental en la investigación y control de calidad de diversos materiales. Además, la disponibilidad de un pulidor metalográfico adecuado y fácil de utilizar en la universidad mejoraría significativamente el proceso de aprendizaje de los estudiantes en este campo.

La falta de equipamiento para la preparación de muestras metalográficas en la Universidad Antonio Nariño sede Ibagué es un desafío para la formación práctica de los estudiantes. La construcción de un pulidor metalográfico para preparación de muestras tendría múltiples beneficios, incluyendo la aplicación de conocimientos teóricos en un ambiente seguro, el desarrollo de habilidades prácticas y destrezas en el manejo de equipos y herramientas de laboratorio, y el fomento de la investigación en el campo de la metalografía.

La investigación propuesta busca satisfacer la necesidad de un Pulidor metalográfico moderno y práctico para la preparación de muestras, lo que permitiría a los estudiantes adquirir habilidades

prácticas y experimentar con diferentes aleaciones y materiales. Esto podría llevar al descubrimiento y desarrollo de nuevos materiales más resistentes, eficientes y sostenibles para la construcción de estructuras en la vida cotidiana, lo que tendría un impacto significativo en la educación, la industria y la sociedad en general.

## ANTECEDENTES

El estudio de la metalografía es esencial para comprender la estructura interna de los materiales y su aplicación en diferentes industrias. Sin embargo, la universidad Antonio Nariño sede Ibagué se enfrenta a un gran desafío. La falta de un pulidor para preparación de muestras para ensayos metalográficos que permitan a los estudiantes realizar prácticas mediante laboratorio y desarrollar sus habilidades de observación y análisis de la microestructura de los materiales. Pulidoras metalográficas, estos no están disponibles para los estudiantes debido a la falta de recursos y equipamiento. Esta situación genera la necesidad de diseñar y construir un pulidor para la preparación de muestras para ensayos metalográficos que permita a los estudiantes obtener una formación práctica enfocada en el área de materiales, y así formar profesionales altamente capacitados para enfrentar los desafíos del mundo moderno.

La construcción de un pulidor para preparación de muestras para ensayos metalográficos en la universidad Antonio Nariño sede Ibagué tendría múltiples beneficios. En primer lugar, permitiría a los estudiantes aplicar <sup>8</sup> los conocimientos teóricos adquiridos en el aula a través de la realización de prácticas en un ambiente controlado y seguro. Además, los estudiantes tendrían la oportunidad de desarrollar habilidades prácticas y destrezas en el manejo de equipos y herramientas de laboratorio, lo que aumentaría su competitividad en el mercado laboral.

Un pulidor para preparación de muestras para ensayos metalográficos también sería beneficioso para la investigación en el área de materiales. Los profesores y estudiantes de posgrado podrían utilizar el pulidor

para realizar investigaciones en el campo de la metalografía y contribuir al avance de la ciencia y tecnología de los materiales.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseño y construcción de pulidor para preparación de muestras metalográficas en la Universidad Antonio Nariño sede Ibagué.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las variables del equipo para su debida construcción y selección de componentes.
- Diseño y construcción de pulidor para preparación de muestras metalográficas.
- Verificar el funcionamiento del pulidor, eficiencia y consumos del mismo optando porque sea de muy bajo porcentaje.
- Diseñar guía de mantenimiento y guías didácticas que expliquen el funcionamiento del pulidor.







## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1. ACABADO SUPERFICIAL**

En el ámbito de la ingeniería, es posible medir el acabado superficial de una pieza y se emplea una simbología particular para ello. Dependiendo del proceso de manufactura al que se someta la pieza, existirán ciertas especificaciones de calidad de superficie que se deben cumplir como producto final. Para garantizar que las especificaciones se cumplan, es necesario establecer una tolerancia adecuada. Esta información se registra en los planos de trabajo, los cuales definen los parámetros y límites que deben tener la superficie de la pieza ya terminada. Algunos de los conceptos básicos que se deben tener en cuenta incluyen la figura, así como la definición precisa de los parámetros y límites del acabado superficial.

En la ingeniería, se establecen parámetros y límites que definen la calidad del acabado superficial de una pieza ya terminada.

**Figura 1** *Acabado superficial*

<i>Representación</i>	<i>Grado de Uniformidad</i>	<i>Grado de alisado</i>
	Malo	Malo
	Bueno	Malo
	Malo	Bueno
	Bueno	Bueno

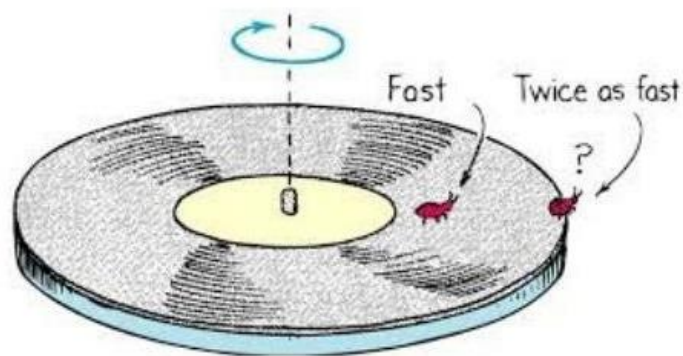
En la ingeniería y la manufactura, el acabado superficial de un material es un aspecto crucial que puede tener un gran impacto en su rendimiento en diferentes aplicaciones. Una superficie con alta rugosidad, por ejemplo, puede afectar negativamente la resistencia a la fatiga de un componente, mientras que una superficie con porosidad puede comprometer la capacidad de sellado de una junta. Es por eso que el control del acabado superficial es una consideración vital en el diseño y fabricación de componentes metálicos, ya que garantiza que se cumplan los requisitos de calidad y rendimiento del producto final (Que es el acabado superficial y cual es su simbología, 2020).

## 2.2. VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL DISCO

En el proceso de pulido metalográfico, la velocidad de rotación del disco de pulido es un factor crítico que debe ser considerado cuidadosamente. La velocidad óptima dependerá tanto del tipo de material que se esté puliendo como del tipo de abrasivo o compuesto de pulido utilizado. En este sentido, es importante tener en cuenta que la información sobre la velocidad adecuada de rotación

del disco se puede obtener de diferentes fuentes, como, por ejemplo, descripciones de equipos de pulido disponibles en el mercado. En el caso del pulidor diseñado, se ha establecido que la velocidad de rotación óptima se encuentra en el rango de 450 a 600 rpm, basándonos en la descripción del pulidor de la marca Testing Instruments modelo MP-2 (Microscopios y equipos especiales, s.f.).

**Figura 2** Rotación disco



Fuente: (Brainly, 2020)

## 2.3. TIPOS DE MATERIAL PARA DESBASTE

### 2.3.1. Aceros

El acero se refiere a una serie de aleaciones de hierro (Fe) con otros elementos, como carbono (C), zinc (Zn), silicio (Si) o aluminio (Al). La presencia de estos elementos produce cambios en las propiedades del hierro puro, logrando un material con mayor resistencia o menos propenso a la oxidación.

**Figura 3** *Barra de acero*



Fuente: Enciclopedia humanidades , (s.f.)

### **2.3.2. Aleaciones de aluminio**

El aluminio y sus aleaciones son altamente valorados por su combinación única de propiedades, lo que los convierte en materiales extremadamente versátiles y económicos para una amplia variedad de aplicaciones. Desde la producción de papel aluminio hasta aplicaciones más exigentes en ingeniería, el aluminio se utiliza ampliamente. Los metales comúnmente utilizados en la creación de aleaciones de aluminio incluyen cobre, silicio, zinc, magnesio y manganeso, mientras que otros metales, como níquel, titanio, hierro, cromo y cobalto, se utilizan en menor medida. En casos especiales, se pueden agregar metales como plomo, cadmio, antimonio y bismuto a aleaciones con aplicaciones específicas y exclusivas (Perfiles de aluminio.net, 2023).

**Figura 4** *Barra en aleación de aluminio*



Fuente: (Arqhys.com, s.f.)

### 2.3.3. *Cobre y sus aleaciones*

20 El acero es una mezcla de hierro y otros elementos, principalmente carbono, que se utilizan para mejorar sus propiedades físicas y químicas. Existen diferentes tipos de aceros, desde los aceros no aleados que contienen una concentración de carbono reducida, como los empleados en la construcción, hasta los aceros con aleaciones fuertes e incluso inoxidable, que pueden contener altas concentraciones de elementos como el cromo o el níquel. La elección del tipo de acero a utilizar dependerá de las propiedades requeridas para la aplicación específica (Air liquide , s.f.).

**Figura 5** *Barras de cobre.*



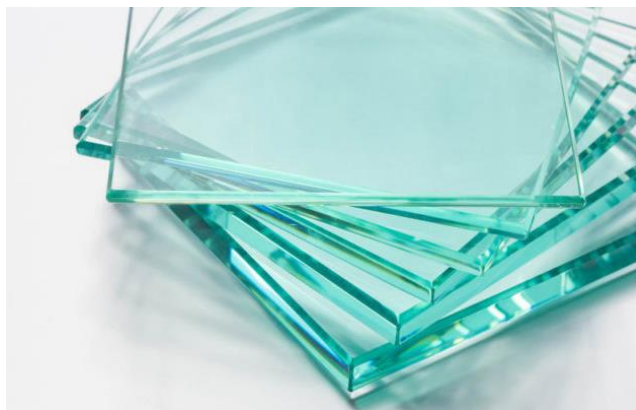
Fuente: (eurolab, 2023)

### 2.3.4. *Vidrio*

El vidrio, un material inorgánico caracterizado por su alta dureza y fragilidad, se presenta en diversas tonalidades que dependen de su composición química. La mezcla más común incluye 7 arena de sílice ( $\text{SiO}_2$ ), carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) y caliza ( $\text{CaCO}_3$ ). A diferencia de otros materiales sólidos, el vidrio se considera amorfo, sin una estructura molecular definida y con una

disposición uniformemente deformada y desordenada. La composición química del vidrio puede variar según su uso específico, como el requerimiento de color o densidad, así como el método de fabricación empleado. En la actualidad, existen numerosos tipos de vidrio, algunos de los cuales son decorativos, no transparentes y presentan diversas texturas y colores. (Ecología hoy, 2023).

**Figura 6** *Vidrio plano*



Fuente: (Enciclopedia humanidades , s.f.)

### 2.3.5. *Cerámica*

La creación de objetos a partir de arcilla cocida es un arte ancestral conocido como cerámica. La arcilla, compuesta por silicatos de aluminio hidratados, presenta diferentes tonalidades según las impurezas presentes, siendo blanca en su estado puro.

En el ámbito de la cerámica, se combinan enlaces iónicos y covalentes para dar forma a una estructura sólida y resistente. Los enlaces iónicos se forman entre metales y no metales, y se caracterizan por la transferencia de electrones, mientras que los enlaces covalentes se establecen entre dos no metales mediante el intercambio de electrones. La fuerza de estos enlaces depende de la carga y el radio de los iones involucrados. La combinación de enlaces iónicos y covalentes

confiere a la cerámica una gran elasticidad y dureza, lo que se traduce en <sup>12</sup>altos puntos de fusión, baja expansión térmica y buena resistencia química. Sin embargo, su dureza y rigidez también pueden hacer que la cerámica sea frágil y propensa a la fractura. (fraquihogar , 2023).

**Figura 7** *Cerámica pintada a mano*



Fuente: (Radio nacional de colombia , 2021)

## **2.4. TIPOS DE MATERIALES PARA PULIDO**

El proceso de pulido requiere del uso de diversas herramientas y materiales específicos. Entre los materiales más utilizados se encuentran:

### **2.4.1. Discos de pulido**

Los discos de pulido se utilizan para pulir superficies grandes y planas. Vienen en diferentes tamaños y materiales. A continuación, mostraremos algunos tipos de discos abrasivos y características que encontramos en el mercado.

Fuente: Autores

## **Tipos de discos abrasivos y sus características**

El disco abrasivo funciona de manera sencilla: se fija en un eje de rotación y, en el caso de los discos flexibles, se utiliza un plato de soporte. El disco aprovecha su alta velocidad perimetral para cortar la pieza de trabajo, mientras que en los sistemas orbitales ejecuta un movimiento circular no concéntrico. Esta acción circular no concéntrica tiene la finalidad de crear acabados no direccionales, los cuales resultan útiles en ciertos procesos.

### ***2.4.1.1. Discos de corte***

El disco de corte se caracteriza principalmente por su delgadez y rigidez, lo que le permite concentrar la presión en un punto específico y lograr una eficaz eliminación de material a través de abrasión. Este proceso implica la eliminación del material mediante el desgaste, en lugar de cortarlo por cizallamiento. Es importante destacar que la selección del disco de corte adecuado permite trabajar con diferentes materiales, logrando así cortes precisos y limpios (VSM we know abrasives , 2023).



**Figura 8** Disco de corte



Fuente: (Almacenes HJ, s.f.)

#### **2.4.1.2. Discos rígidos de desbaste**

Al contrario de los discos de corte, las herramientas de desbaste tienen un grosor mayor y están diseñadas para remover material superficialmente en lugar de cortarlo. Estas herramientas están compuestas por una estructura sólida y resistente que incorpora granos abrasivos en todo su entramado. Su rigidez permite obtener tolerancias de trabajo muy precisas, y su diseño de arista facilita el acceso a esquinas y áreas de difícil alcance. No obstante, la disposición aleatoria de los granos en su estructura sólida y aglomerada limita su eficacia de corte y genera una carga térmica elevada debido a la fricción durante el proceso de lijado. (VSM we know abrasives , 2023).

**Figura 9** Disco rígido de desbaste



Fuente: (3M , s.f.)

#### **2.4.1.3. Disco de fibra**

Los discos de fibra presentan una composición notablemente distinta a la de los discos rígidos. Estos discos se fabrican con un soporte de fibra vulcanizada recubierto por una capa de granos abrasivos parcialmente ligados. Dicha capa expone una cantidad significativa de grano, lo que incrementa su capacidad de penetración en la pieza de trabajo. A diferencia de los discos rígidos, que solo actúan en la arista, los discos de fibra cuentan con una capa de grano en toda la superficie plana del disco. Para utilizarlos adecuadamente, se requiere un plato de soporte que permita ajustar la flexibilidad y obtener un acabado más suave. (VSM we know abrasives , 2023).

**Figura 10** *Disco de fibra*



Fuente: (GLOBAL INDUSTRIAL PROTECTION , s.f.)

#### **2.4.1.4. Disco de láminas**

Los discos de láminas se componen de un soporte rígido con láminas de abrasivo flexible superpuestas sobre soportes de tela. Estos discos presentan un comportamiento intermedio en comparación con los discos rígidos y de fibra, ya que ofrecen una adaptación y provocación equilibradas. Una ventaja adicional es que no requieren de un plato de soporte, lo que simplifica su uso. No obstante, se recomienda utilizar un formato de disco específico para este propósito. Una de las principales ventajas de los discos de láminas es su gran versatilidad de uso en una variedad de aplicaciones (VSM we know abrasives , 2023).

**Figura 11** *Disco de laminas*



Fuente: (tasol s.l. , s.f.)

#### **2.4.1.5. Discos de anclaje velour o adhesivos**

Los discos con sistema de auto fijación, ya sea de velour o adhesivo, son muy utilizados en maquinaria radial o roto orbital. Su fabricación se basa en un abrasivo flexible con soportes de papel, tela o film, y su principal ventaja radica en su sistema de cambio rápido, aunque siempre deben ser utilizados con un plato soporte. Estos discos permiten trabajar de manera plana, lo que los hace ideales para procesos que requieren un acabado fino y sin marcas o rasgaduras que puedan comprometer la calidad superficial de la pieza. Además, son especialmente útiles para crear patrones isotrópicos, es decir, sin dirección definida, en sistemas orbitales (VSM we know abrasives , 2023).

**Figura 12** *Discos de anclaje velour*



Fuente: (eximport, 2023)

#### ***2.4.1.6. Discos de cambio rápido***

Los discos miniatura son herramientas con un diámetro reducido fabricadas con un abrasivo flexible y soportes de tela o fibra (entre 35mm y 70mm) para permitir el acceso a zonas de difícil alcance. Estos discos se fijan a un plato soporte mediante un inserto central y, aunque su duración es limitada debido a su pequeña superficie útil, su gran ventaja es la accesibilidad a lugares estrechos y complicados donde otras herramientas no pueden llegar (VSM we know abrasives , 2023).

**Figura 13** Discos de cambio rápido



Fuente: (suministros suvain , s.f.)

## **2.5. COMO ELEGIR EL DISCO ABRASIVO ADECUADO.**

**-Uso:** A parte del disco de corte, que tiene una función clara, podemos clasificar los tipos de discos en función de su necesidad de desbaste, acabado y accesibilidad. La tabla siguiente muestra la eficacia de cada tipo de disco en relación a estos aspectos, así como otras características importantes a considerar (VSM we know abrasives , 2023).

**-Tamaño de grano:** La granulometría, que se refiere al tamaño del grano abrasivo presente en el disco, juega un papel crucial en el proceso de trabajo. A medida que el tamaño del grano aumenta, se genera un surco más profundo en la pieza (lo que se traduce en una mayor rugosidad) y se extrae más material (mayor agresividad). Los tamaños de grano suelen clasificarse utilizando una numeración que indica la cantidad de orificios por pulgada cuadrada presentes en el tamiz utilizado para filtrar el grano. Es interesante destacar que esta numeración es más baja cuanto más grande es el tamaño del grano. (VSM we know abrasives , 2023).

**-Tipo de grano:** En la industria, se utilizan ampliamente diversos tipos de grano abrasivo, siendo los más comunes el carburo de silicio, la zirconio alúmina (circonio) y el óxido de aluminio (corindón), tanto en su versión estándar como en su variante obtenida mediante un proceso Sol-Gel, conocido como corindón cerámico. Cada uno de estos tipos de grano presenta distintos niveles de dureza y tenacidad, lo que determina su idoneidad para trabajar con diferentes materiales. A continuación, se describirá en detalle cada uno de ellos. (VSM we know abrasives , 2023).

**Tabla 1**  
*Tabla de Selección de disco*

	Desbaste	Acabado	Accesibilidad	Temperatura	Duración	Vibraciones
Disco de desbaste	Adecuado	Deficiente	Muy adecuado	Excesiva	Larga	Altas
Disco de fibra	Idóneo	Bueno	Poco adecuado	Baja	Larga	Bajas
Disco de láminas	Poco adecuado	Bueno	Muy adecuado	Media	Larga	Medias
Disco velour	Nada adecuado	Muy bueno	Poco adecuado	Media	Media	Bajas
Disco cambio rápido	Poco adecuado	Bueno	Muy adecuado	Baja	Corta	Bajas

Fuente: (VSM we know abrasives , 2023)

## 2.6. RUEDAS Y PIEDRAS ABRASIVAS

Estos dispositivos abrasivos circulares se destacan por su desgaste uniforme y su capacidad para adaptarse a contornos y formas complejas, lo que los convierte en herramientas ideales para lograr un lijado constante con acabados precisos. De lo contrario los abrasivos flexibles convencionales, las ruedas abrasivas poseen una construcción tridimensional compuesta por un soporte de fibras de nylon no tejidas entrelazadas, impregnadas con minerales abrasivos y resinas sintéticas. La combinación de estos componentes permite la creación de ruedas abrasivas con diversas densidades, durezas y capacidades de corte y acabado. De esta manera, se puede controlar la acción

amortiguadora de la rueda y ajustar la presión de lijado según el tipo de material que se desee trabajar. (Abracom , 2023).

### **2.6.1. Función de las ruedas abrasivas**

En la industria, las ruedas abrasivas son herramientas esenciales para realizar el tratamiento de superficies mediante procesos mecánicos. Su versatilidad las hace adecuadas tanto para máquinas automáticas o semiautomáticas como para herramientas portátiles eléctricas, neumáticas y de eje flexible, permitiendo llevar a cabo tareas de rectificado, limpieza y acabados satinados. En el ámbito industrial, es fundamental contar con una amplia gama de productos que se adapten a cada tipo de material y aplicación específica, garantizando un corte eficiente, una larga vida útil y un acabado uniforme en todo momento. (Abracom , 2023).

- Pulido, esmerilado, afilado y biselado.
- Bruñido, terminado y abrillantado.
- Mateado.
- Desincrustación, eliminación de residuos y desempolvado.

### **2.6.2. Tres tipos principales de ruedas abrasivas**

#### **2.6.2.1. Ruedas abrasivas compactas**

Dentro de la categoría de las ruedas abrasivas, se encuentran las ruedas compactas, también conocidas como "convolute". Estas ruedas se fabrican mediante el proceso de envolver un material de fibra no tejido, denominado "non-woven", alrededor de un núcleo central. A continuación, se adhieren las capas de fibra entre sí para formar una muela abrasiva sólida y homogénea, capaz de resistir los rigores del uso.



(Abracom , 2023).

**Figura 14** *Ruedas abrasivas compacta*



Fuente: (Abrastar , s.f.)

#### **2.6.2.2. Ruedas abrasivas de lámina “flap”**

Las ruedas abrasivas "flap" se componen de una serie de láminas de fibra abrasiva no tejida dispuestas en torno a un eje central. Esta disposición permite que la rueda se adapte con facilidad a las diferentes formas y contornos de las piezas, lo que la convierte en una herramienta muy versátil en la industria (Abracom , 2023).

**Figura 15** *Ruedas abrasivas de lámina*



Fuente: (rosver , 2023)

#### 2.6.2.3. <sup>4</sup> *Ruedas abrasivas de láminas con tela o papel*

Se pueden encontrar ruedas abrasivas flap que combinan láminas de fibra abrasiva con láminas de papel o tela abrasiva. Estas ruedas son más potentes que las que solo cuentan con fibras abrasivas, permitiendo cortes más intensos. La proporción entre las láminas de lijado y las de fibra puede ajustarse según la aplicación específica. Aunque son menos adaptables, su rigidez les permite eliminar material de forma rápida. Es importante seguir la dirección de la flecha indicada en la etiqueta del producto al utilizarlas (Abracom , 2023).

**Figura 16** *Ruedas abrasivas de lámina con tela.*



Fuente: (M caseros , s.f.)

## 2.7. PASTAS ABRASIVAS EN EL PULIDO DE SUPERFICIES

Las soluciones abrasivas, tanto sólidas como líquidas, son herramientas esenciales para la industria y los profesionales que buscan eliminar defectos, arañazos, pulverización excesiva y marcas de desgaste en superficies. Los compuestos líquidos abrasivos, también conocidos como pastas de pulir, tienen una amplia gama de aplicaciones y se utilizan en diversos sectores industriales y técnicos, como la aeronáutica, el automóvil, la joyería, la relojería, el menaje del hogar, el mobiliario y el sector sanitario. Estas soluciones abrasivas se aplican en todas las fases del proceso de preparación, pulido, acabado y superacabado de superficies con el fin de eliminar marcas de lijado y lograr un acabado industrial impecable (Abracom, 2021). Son extremadamente versátiles

<sup>19</sup> y se utilizan en una amplia gama de materiales, que incluyen:

- Metales no ferrosos como aluminio, zamak, estaño, titanio, cobre y latón.
- Metales ferrosos como acero inoxidable y cromo.
- Metales preciosos como oro, plata y platino.
- Otros materiales como vidrio, plástico, compuestos, resina, laca y madera barnizada.

**Figura 17** Pastas abrasivas para pulido.



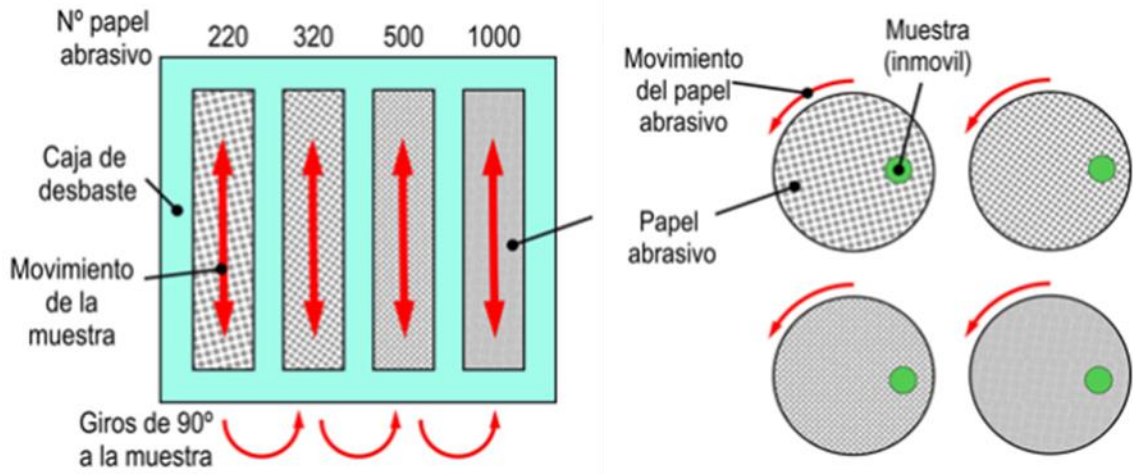
Fuente: (Abracom, 2021)

## 2.8. PAPEL DE LIJA

Para lograr una superficie suave y uniforme, es común emplear papel de lija para desgastar los materiales. El tipo de papel de lija más utilizado incluye partículas de SiC como elemento abrasivo, y está disponible en diferentes numeraciones en el mercado: 60, 120, 180, 220, 320, 500, 1000, 2400 y 4000.

La numeración en los papeles abrasivos representa la densidad de partículas abrasivas por pulgada cuadrada. Por lo tanto, un papel con un número bajo indicará la presencia de partículas abrasivas de mayor tamaño, lo que se conoce como papel de grano grueso. Por otro lado, los papeles con numeraciones altas contendrán partículas más finas, proporcionando un acabado más suave y preciso.

**Figura 18** *Desbaste*



Existen dos métodos para llevar a cabo el proceso de desbaste: el manual y el asistido. En el método manual, se inicia frotando la muestra con movimientos lineales sobre una lija gruesa. Una vez obtenido un rayado uniforme, se gira la muestra 90° y se continúa con una lija más fina, eliminando progresivamente el rayado anterior. Al finalizar, se espera obtener una superficie plana con un rayado uniforme y fino gracias al último papel de lija utilizado. Es recomendable utilizar un refrigerante, como agua, durante el lijado para evitar el calentamiento y facilitar la limpieza de los residuos.

Por otro lado, en el desbaste asistido, los papeles de lija se disponen de forma circular sobre un plato giratorio. En este caso, la muestra se mantiene quieta sobre el papel de lija para lograr un rayado uniforme. Al cambiar de papel de lija, se gira la muestra 90° para asegurar la uniformidad del proceso.

(Derematerialia practicas metalograficas , s.f.).

## **2.9. MATERIALES DE SOPORTE**

En el proceso de pulido, se requiere el uso de accesorios especializados que permitan sujetar y asegurar las piezas mientras se lleva a cabo la tarea. Estos accesorios pueden variar desde mordazas y abrazaderas hasta almohadillas de soporte. Es crucial seleccionar los materiales más apropiados según el tipo de material a pulir y el resultado final deseado. Además, se debe tener un cuidadoso control sobre todo el proceso de pulido para prevenir daños no deseados en la superficie del material y lograr los objetivos de pulido deseados.

### 3. MARCO REFERENCIAL

Para llevar a cabo el diseño del pulidor para preparación de muestras metalográficas para la universidad Antonio Nariño sede Ibagué, se tienen en cuenta 3 diseños ya existentes en el mercado y se toman en cuenta las especificaciones técnicas para la su debida construcción.

#### 1 Máquina de esmerilado y pulido de muestras metalográficas automáticas bell-MaqPMM-3s

**Figura 19** *Maquina de esmerilado y pulido bell-MaqPMM-3s*



Fuente: (Cotecno, s.f.)

#### **Aplicación**

La Bell-MaqPMM-s es una sofisticada máquina de escritorio diseñada para automatizar el proceso de esmerilado y pulido de muestras con alta precisión. Cumple con los estándares internacionales y utiliza tecnología avanzada a nivel mundial. Sus destacadas características incluyen la posibilidad de rotación en cualquier dirección del disco parabólico de molienda, un cambio rápido

y sencillo del disco, un probador de múltiples muestras y un sistema de carga neumática de un solo punto.

La máquina está equipada con un sistema de control de microprocesador avanzado que permite ajustes continuos en la velocidad de rotación del cabezal de esmerilado y pulido, la presión de preparación de la muestra y los tiempos de ajuste. Su funcionamiento es muy intuitivo, ya que solo se requiere cambiar el disco de esmerilado o el papel de lija junto con la tela correspondiente para completar el proceso de esmerilado y pulido, lo que amplía su versatilidad en diversos campos de aplicación.

Además, la Bell-MaqPMM-s se caracteriza por su rotación estable, su enfoque en la seguridad y la precisión, un nivel de ruido reducido y el uso de aluminio fundido para aumentar la rigidez durante la molienda y el pulido. Todo esto la convierte en una herramienta confiable y eficiente para obtener resultados de alta calidad en el tratamiento de muestras.

(Cotecno, s.f.) .



**Tabla 2***Características bell-MaqPMM-3s*

MODELO	MAQPMM-3S
Código SKU	B-01-25-0200-0115
Diámetro del disco de esmerilado y pulido	φ300mm personalizable
Cantidad de muestras	6
Modo de control	Disco doble / Control simple
Velocidad de rotación del disco de esmerilado y pulido	400/600/800/1000r/min (velocidad fija de cuatro etapas)
Velocidad de rotación del cabezal de pulido	5-150 R/Min (velocidades variables)
Rango de carga	Ajustable 0.2-0.4 Mpa es optimo
Tiempo de preparación de la muestra	0-3000s
Diámetro De las muestras	φ45mm
Voltaje del motor	220V,50Hz
Potencia de la máquina	900W
Tamaño de la máquina	755*815*690mm
Peso (Kg)	52KG

Fuente: (Cotecno, s.f.)

## **Pulidora y polichadora metalográfica marca testing instruments modelo mp-2**

**Figura 20** *Pulidora y Polichadora.*



Fuente: (Microscopios y equipos especiales, s.f.)

### **Descripción**

La máquina de lijado y pulido cuenta con discos dobles y ofrece la posibilidad de realizar el amolado o pulido a dos velocidades diferentes. El disco izquierdo, utilizado para la pre-molienda, tiene una velocidad de rotación de 450 rpm, mientras que el disco derecho, destinado al pulido, opera a 600 rpm. Gracias a esta configuración de doble disco y a las distintas etapas de rectificado y pulido, es posible llevar a cabo procesos de desbaste, molienda fina, pulido áspero y pulido de acabado en una variedad de materiales.

Esta máquina se destaca por su fácil manejo y su eficiencia económica. Es ideal para preparar muestras en entornos como fábricas, institutos de investigación científica y laboratorios universitarios. Ofrece una solución completa para el proceso de preparación de muestras, proporcionando resultados de alta calidad de manera rápida y confiable.

(Microscopios y equipos especiales, s.f.).

## Especificaciones técnicas

- **Diámetro del disco de amolar:** Ø230mm, la velocidad de rotación de 450 rpm (o personalizada)
- **Diámetro del disco de pulido:** Ø200mm, la velocidad de rotación de 600 rpm (o personalizada)
- **Potencia del motor:** 370W
- **Fuente de alimentación:** monofásico, 220V, 50Hz
- **Dimensiones:** 70×60×28cm
- **Peso neto:** 40 Kg

Fuente: (Microscopios y equipos especiales, s.f.)

## Maquina pulidora de muestras metalográficas bell – maqPMM – 260

**Figura 21** *Maquina pulidora.*



Fuente: (Cotecno , s.f.)

## Aplicación

La Bell-MaqPMM-260 es una pulidora de muestras metalográficas altamente funcional y rentable, especialmente diseñada para <sup>1</sup> satisfacer las necesidades de preparación de muestras de nuestros clientes. Este modelo ha sido desarrollado y fabricado utilizando tecnología avanzada de preparación de muestras a nivel internacional. Su estructura está compuesta por <sup>1</sup> una carcasa de plástico reforzado con fibra de vidrio y piezas de acero inoxidable, lo cual garantiza su resistencia a la oxidación y prolonga su vida útil.

Esta pulidora cuenta con discos de trabajo dobles y ofrece dos niveles de velocidad constante para el disco de trabajo. Además, el cambio y reemplazo del disco de trabajo se pueden realizar de forma rápida y sencilla. Para adaptarse a diferentes necesidades, la Bell-MaqPMM-260 está disponible en dos opciones de tamaño de discos de trabajo: 200 mm o 250 mm.

Con su diseño robusto y su funcionamiento eficiente, la Bell-MaqPMM-260 proporciona una solución confiable y efectiva para el proceso de preparación de muestras metalográficas. Es una herramienta imprescindible en laboratorios, centros de investigación y cualquier entorno donde se requiera una preparación precisa y de calidad de las muestras. (Cotecno , s.f.).

**Tabla 3***Especificaciones principales bell- MaqPMM 260*

MODELO	BELL-MAQPMM-260
Código SKU	B-01-25-0200-0106
Diámetro del disco de esmerilado y pulido	203mm (O 250mm Personalizado)
Velocidad de rotación	300/600rpm (Dos pasos de velocidad estacionaria) (O 50/1000rpm 150/300rpm Puede ser ordenado)
Diámetro del papel abrasivo	Φ200mm (Φ250mm Puede ser ordenado)
Motor	Yc713, 550W
Fuente de alimentación	3 fases AC 380V 50Hz
Dimensión	710*680*330
Peso	50KG

Fuente: (Cotecno , s.f.)

### **3.1. SELECCIÓN DE COMPONENTES**

Para seleccionar los componentes adecuados para un pulidor metalográfico, se deben considerar factores como el tipo de muestra, el objetivo de la preparación metalográfica, la capacidad financiera y la disponibilidad de los componentes en el mercado; Los componentes del pulidor metalográfico cuentan con sistemas eléctricos y mecánicos para su correcto funcionamiento.

#### **3.1.1. Carcasa**

La carcasa en un pulidor metalográfico se utiliza para proteger al operador y evitar la exposición a los componentes internos del equipo. La carcasa se coloca alrededor del plato de pulido y los

discos abrasivos, y generalmente está hecha de materiales resistentes, también ayuda a reducir las vibraciones y el ruido.

### **3.1.2. Estructura**

La estructura del equipo es la parte que le da forma y soporte a los componentes internos, y su diseño debe ser lo suficientemente fuerte para resistir las vibraciones y fuerzas que se generan durante el proceso de pulido. En la estructura se anclan los sistemas eléctricos y mecánicos, como los motores que impulsan el plato de pulido y los discos abrasivos.

La estructura del pulidor metalográfico es una parte fundamental del equipo, ya que le da soporte y rigidez para que pueda operar de manera eficiente y precisa. Además, debe ser lo suficientemente robusta para resistir las vibraciones y fuerzas generadas durante el proceso de pulido y mantener todos los componentes internos seguros y estables.

### **3.1.3. Discos Porta Lijas**

Los discos utilizados en el pulido metalográfico están fabricados a partir de un material conocido como poliamida o nylon, el cual se clasifica como un termoplástico debido a sus características específicas. La poliamida (PA) es un tipo de plástico que puede ser producido mediante una reacción química que involucra un compuesto de polímero, y que se compone de fibras tanto naturales como sintéticas.

Este material es reconocido por su gran durabilidad, ya que presenta una resistencia mecánica y rigidez excepcionales, además de una dureza considerable y una tenacidad media. También es importante destacar que la poliamida presenta una alta capacidad de absorción de humedad y

funciona como un aislante térmico gracias a su capacidad de impedir el paso del aire a través de ella (Aceromafe , 2023).

#### **3.1.4. Motor Eléctrico**

3 Los motores eléctricos son dispositivos que convierten la energía eléctrica en energía mecánica con el fin de generar movimiento en los sistemas de una máquina. Su uso es muy común en una amplia variedad de equipos, como bandas transportadoras, ventiladores, bombas de agua, compresores y otros dispositivos similares.

El funcionamiento de estos motores se logra gracias a la circulación de corriente eléctrica en el embobinado de cobre del estator, lo que produce un campo magnético. Cuando este campo interactúa con el 3 rotor, que es la parte móvil del motor, se genera el movimiento de giro que impulsa los mecanismos del equipo en cuestión. En definitiva, los motores eléctricos son una pieza clave en el funcionamiento de cualquier dispositivo que requiera energía mecánica para su operación.

En un pulidor metalográfico, los motores eléctricos son los encargados de impulsar el movimiento del plato de pulido y de la rueda de pulido, que son dos de los componentes principales del equipo (Mcb, 2022).

#### **3.1.5. Regulador de voltaje**

Un dispositivo eléctrico conocido como regulador de voltaje cumple la función de proveer un voltaje estable y salvaguardar los equipos eléctricos y electrónicos que se encuentran conectados

a una línea de tensión. Dicho dispositivo previene que se presenten fenómenos tales como sobrevoltaje, caída de tensión y variaciones de voltaje. Cada equipo eléctrico y maquinaria está diseñado para trabajar dentro de ciertos parámetros de voltaje preestablecidos de fábrica. En caso de que los valores máximos o mínimos de alimentación eléctrica sean excedidos, hay un peligro latente de fallas debido a condiciones de operación anormales (New line, s.f.).

### ***3.1.6. Sistema De Refrigeración***

Durante el pulido, la muestra puede calentarse y deformarse si se aplica demasiada presión o si se utiliza un disco abrasivo demasiado abrasivo. Para evitar esto, se puede utilizar un sistema de enfriamiento que suministre agua o un líquido refrigerante al plato de pulido.

Durante la preparación de muestras metalográficas, es esencial emplear un método de refrigeración adecuado para evitar que el calor generado durante el proceso de pulido afecte la estructura de la muestra. Para lograr esto, se utiliza un sistema de refrigeración en húmedo que permite mantener la muestra a una temperatura constante y controlada, evitando que se produzcan cambios en su estructura.

Además de su función de enfriamiento, el sistema de refrigeración en húmedo también tiene la tarea de retirar las limaduras generadas durante el proceso de pulido, evitando que se acumulen en la muestra y afecten su calidad final.

### ***3.1.7. Retenedores***

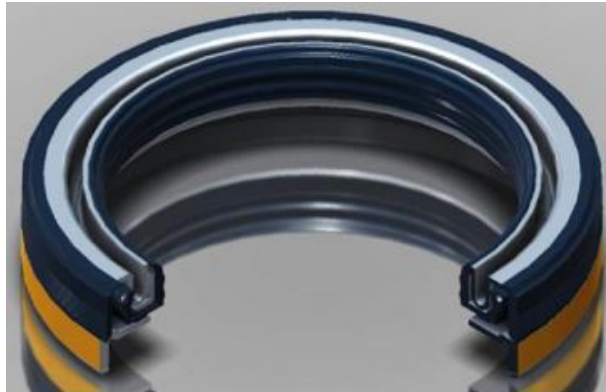
En la mayoría de los montajes mecánicos que involucran fluidos, es esencial prevenir la fuga de estas sustancias fuera del sistema. Para lograr esto, se utilizan dispositivos conocidos como



retenedores, los cuales son diseñados para contener los fluidos, excluir contaminantes y en algunos casos, resistir la presión o separar diferentes tipos de fluidos.

Los retenedores se integran en el diseño mecánico de los sistemas para evitar fugas en los puntos donde convergen distintas partes del mismo, conocidos como superficies de contacto, y que pueden presentar espacios de holgura. La función principal de los retenedores es bloquear estos espacios de holgura para que nada pueda pasar a través de ellos, evitando la fuga de fluidos y garantizando la integridad del sistema. En resumen, los retenedores son dispositivos esenciales en el diseño de montajes mecánicos que involucran fluidos para prevenir fugas y garantizar su correcto funcionamiento (VDC, 2023).

**Figura 22** *Retenedor*



Fuente: (Curso de maquinas mecanicas, 2023)

### **3.1.8. Rodamientos**

En los sistemas mecánicos, los rodamientos desempeñan un papel fundamental al permitir el movimiento fluido entre diferentes componentes al reducir la fricción. Su función es especialmente

importante cuando se trata de componentes pesados, ya que los rodamientos facilitan su desplazamiento en múltiples direcciones. Además, los rodamientos transmiten la fuerza y la guían a lo largo de un carril específico para evitar movimientos indeseados.

Una de las características destacadas de los rodamientos es su bajo par inicial, es decir, la resistencia mínima que ofrecen al comenzar a girar. Esta diferencia entre el par inicial y el par de funcionamiento es muy pequeña. Gracias a la estandarización a nivel mundial, los rodamientos se encuentran ampliamente disponibles y son intercambiables, lo que facilita su adquisición en cualquier parte del mundo.

Además de su versatilidad, los rodamientos son capaces de soportar una amplia gama de temperaturas, lo que los hace adecuados para diversos entornos y aplicaciones. En algunos casos, es posible aplicar una precarga a los rodamientos para lograr una holgura negativa, lo que aumenta la rigidez en los sistemas mecánicos y garantiza un rendimiento óptimo. (Ducansse , 2022).

**Figura 23** *Rodamientos*



Fuente: (Ducansse , 2022)

### 3.1.9. *Tubo cuadrado acero comercial*

El acero comercial<sup>21</sup> es ampliamente utilizado en la industria para la fabricación de una amplia gama de productos, que van desde componentes hasta perfiles estructurales. Debido a su gran demanda en el mercado, este material se presenta en diversas formas que se adaptan a las necesidades específicas de cada aplicación.

<sup>18</sup> El acero comercial es una aleación que combina hierro y carbono, y puede contener otros elementos como silicio, fósforo, azufre y oxígeno. Esta composición confiere al acero una capacidad excepcional para proporcionar soporte estructural en diferentes entornos. A partir de este versátil material, es posible diseñar perfiles y barras que ofrecen resistencia y estabilidad en una amplia variedad de estructuras.

La versatilidad del acero comercial permite su utilización en diversos sectores, como la construcción, la ingeniería mecánica, la industria automotriz y muchas otras.<sup>13</sup> Su resistencia y durabilidad lo convierten en una elección popular para aplicaciones que requieren un alto rendimiento y fiabilidad. (Aceropedia , s.f.).

**Figura 24** *Tubo cuadrado*

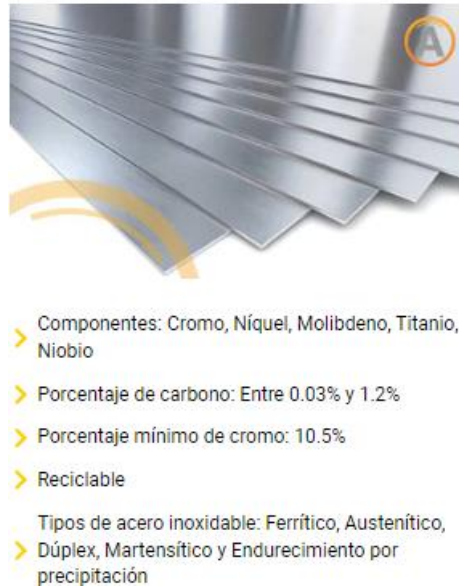


Fuente: (Ferriobras , 2023)

### 3.1.10. Laminas en <sup>16</sup>acero inoxidable

El <sup>17</sup>acero inoxidable es un tipo de acero que se distingue por su alta resistencia a la corrosión gracias a la adición de elementos de aleación. Se considera una familia de alrededor de 200 aleaciones de acero con propiedades únicas de resistencia al calor y la corrosión. La cantidad de carbono que contienen varía entre el 0.03% y el 1.2%, y su composición puede incluir otros elementos como níquel, cromo, molibdeno y titanio. Debido a su resistencia a la oxidación y a la corrosión, el acero inoxidable se utiliza comúnmente en la fabricación de utensilios de cocina, electrodomésticos, maquinaria industrial y estructuras arquitectónicas (Aceropedia, 2023).

**Figura 25** Acero inoxidable y sus especificaciones.



Fuente: (Aceropedia, 2023)

### 3.2. CALCULO DE COMPONENTES

Ecuaciones de flujo:

$$\text{flujo} = \text{masa}/\text{tiempo} \text{ o } \text{flujo} = Gp \text{ (gasto * densidad)} \quad (1)$$

$$\left(\frac{\text{nlitros}}{\text{s}}\right) \left(\frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}}\right) = \left(\frac{\text{nlm}^3}{\text{s l}}\right) = G \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$F = Gp \quad (2)$$

*Calculo por gotas*

$$1 \text{ mililitro} = 20 \text{ gotas} \text{ (Ángel,2014)}$$

Cálculos de componente de la maquina

Potencia: 
$$p = T \cdot w \quad (3)$$

*Donde: T = Torque, expresado en N.m*

*w = Velocidad angular, expresada en  $\frac{rad}{s}$*

Torque: 
$$T = Fr * r \quad (4)$$

*Donde se tiene  $F_F =$  Fuerza de fricción*

*r = Radio maxio del disco en metros*

Fuerza de fricción: 
$$F_f = \mu * F \quad (5)$$

*Se tiene  $\mu =$  coeficiente de fricción*

*F = Fuerza aplicada al disco en newtons*

Potencia máxima del motor: 
$$P_{max} = T \cdot w \quad (6)$$

*Donde: T = Torquemax, expresado en N.*

*w = Velocidadmax angular, expresada en  $\frac{rad}{s}$*

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. DISEÑO DEL PULIDOR METALOGRAFICO**

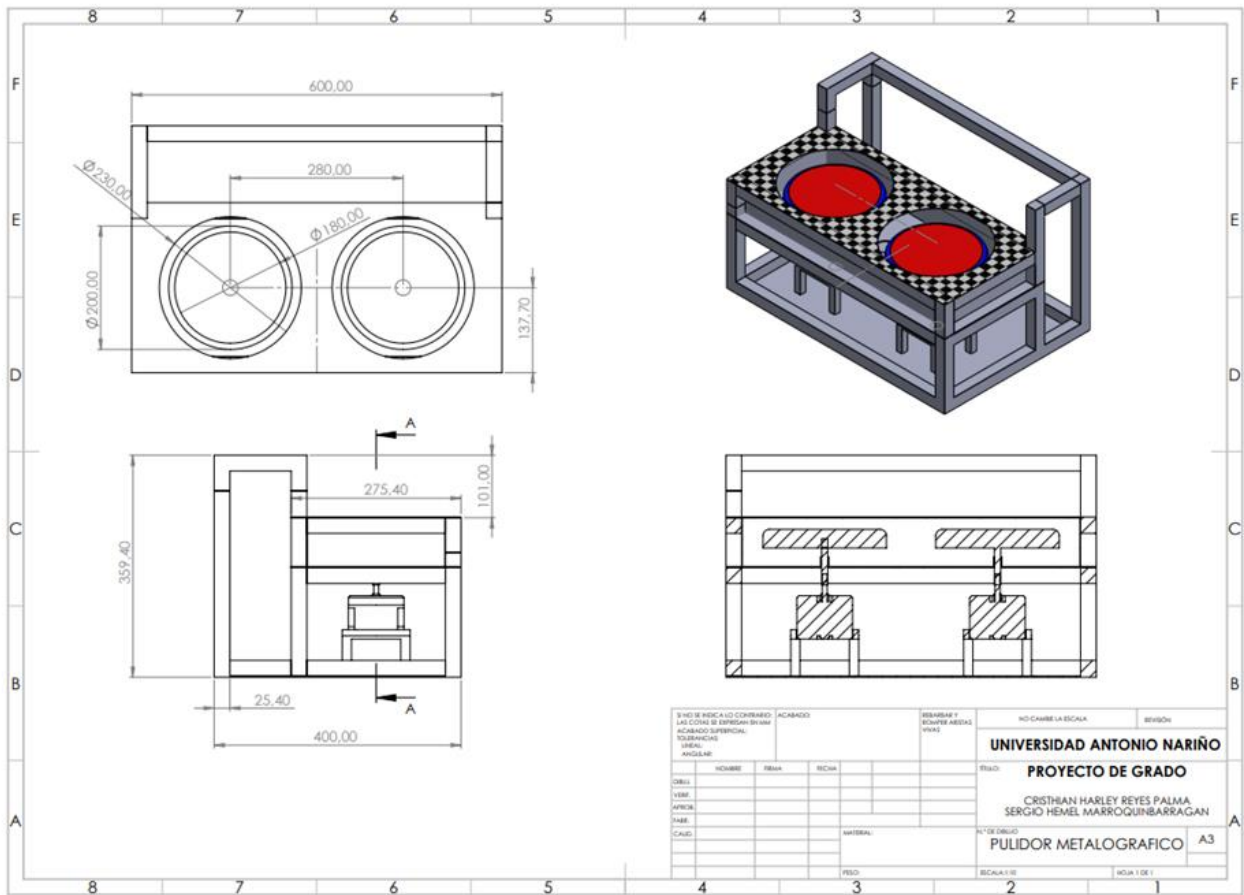
Se llevó a cabo la recolección de información necesaria para el estudio de la metalografía, incluyendo su uso y campos de aplicación. Es importante tener en cuenta las siguientes características:

- El pulidor se va a construir con dos discos giratorios.
- Con el fin de regular la velocidad de rotación de los discos, se debe utilizar un variador de frecuencia.
- La máquina pulidora debe contar con una fuente de refrigeración
- Se van a utilizar dos motores para controlarlos independientemente.
- La carcasa de la estructura debe ser en material ligero y resistente para evitar la corrosión.
- Debe llevar una bandeja para depósito de agua y residuos de limado

Modelo y dimensiones de la pulidora metalográfica

Este modelo de la maquina se obtuvo de la recolección de datos obtenidos en el marco referencial y tomando como muestra una maquina ya existente en el mercado, llevamos a cabo el diseño del pulidor metalográfico en el programa SolidWorks. (Ver figura 26)

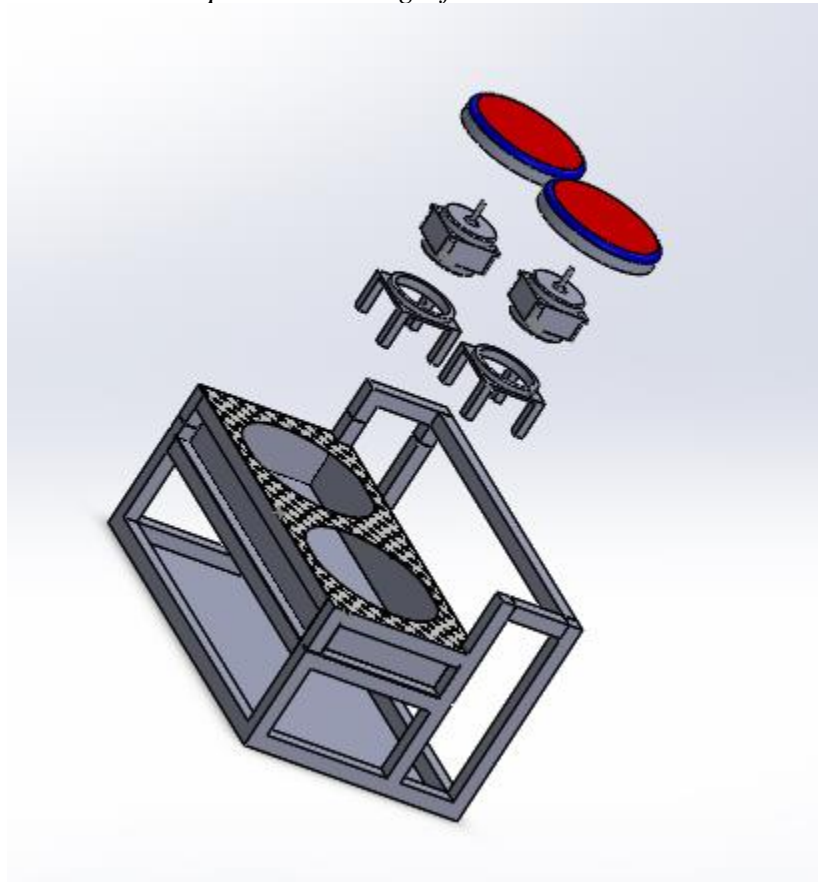
**Figura 26** Planos de diseño del pulidor



Fuente: Autores



**Figura 27** Vista escalonada del pulidor metalográfico



Fuente: Autores

#### ***4.1.1. Cálculos de componentes mecánicos***

Se utilizaron las siguientes ecuaciones para seleccionar los componentes necesarios para desarrollar la máquina.

Para determinar la potencia del motor requerida en la máquina de pulido metalográfico, es necesario realizar varios cálculos que incluyen valores tales como torque, fuerza de fricción, velocidad angular y fuerza aplicada.

En términos de la selección del motor, se deben realizar cálculos para encontrar el torque mínimo necesario, que dependen de variables y datos que se detallarán a continuación.

### Cálculo de flujo

Con el propósito de prevenir que el agua rebase el nivel máximo de los bujes de los ejes, se realizó un experimento para calcular el tiempo que tarda en ingresar un litro de agua al platero, utilizando diferentes tipos de goteos(gotas)

Según la ecuación (1)

$$flujo = \frac{masa}{tiempo} \text{ o } flujo = Gp \text{ (gasto * densidad)}$$

Sus unidades son  $\frac{kg}{seg}$

*Calculo por gotas*

$$1 \text{ mililitro} = 20 \text{ gotas}$$

Con el objetivo de calcular el tiempo que tarda en entrar un litro de agua al platero, se efectuaron una serie de cálculos utilizando tres valores distintos de goteo: 4,5 gotas, 5 gotas, 5,5 gotas.

Tiempo que tarda en entrar el agua al platero a 4,5 gotas en 1 segundo

Convertimos las unidades para obtener el resultado en  $\frac{gotas}{minuto}$

$$\frac{4,5 \text{ gotas}}{1 \text{ seg}} * \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} = 270 \frac{gotas}{min}$$

Con la información que hay en un litro, se realizó un cálculo para conocer el tiempo que tomo para que el litro de agua ingresara al platero.

$$\frac{20000 \text{ gotas}}{270 \frac{gotas}{min}} = 74.07 \text{ minutos}$$

El resultado de la ecuación es 74,07 minutos. Tiempo que tarda en entrar 1 litro de agua al platero. Hacemos conversión de unidades para resolver la ecuación gasto de agua.

1 hora, 14 minutos, 07 segundos tarda un litro de agua en entrar al platero.

**Tabla 4**

*Tipos de goteo*

	$\frac{\text{gotas}}{\text{min}}$	Tiempo
<b>4,5 gotas por segundo</b>	$270 \frac{\text{gotas}}{\text{min}}$	<b>1 hora, 14 minutos, 07 segundos</b>
<b>5,5 gotas por segundo</b>	$330 \frac{\text{gotas}}{\text{min}}$	<b>60 minutos y 60 segundos</b>
<b>6,5 gotas por segundo</b>	$390 \frac{\text{gotas}}{\text{min}}$	<b>51 minuto y 28 segundos</b>

Fuente: Autores

Con los datos anteriormente obtenidos los reemplazamos en la siguiente formula

Donde:  $1m^3 = 1000 \text{ Litros}$

Entonces decimos,

Que el valor obtenido corresponde al gasto durante 4,5 gotas por segundo

$$\left(\frac{1l}{4444,4s}\right)\left(\frac{1m^3}{1000l}\right) = \left(\frac{1lm^3}{4444400s l}\right) = 2.25 * 10^{-6} \frac{m^3}{s}$$

El valor obtenido corresponde al gasto durante 5,5 gotas por segundo

$$\left(\frac{1l}{3636s}\right)\left(\frac{1m^3}{1000l}\right) = \left(\frac{1lm^3}{3636000s l}\right) = 2.75 * 10^{-7}$$

El valor obtenido corresponde al gasto durante 6,5 gotas por segundo

$$\left(\frac{1l}{3076,8s}\right)\left(\frac{1m^3}{1000l}\right) = \left(\frac{1lm^3}{3076800s l}\right) = 3.25 * 10^{-7}$$

Al estar calculados el valor del gasto, lo reemplazamos en la siguiente formula

Según la ecuación (2),

$$F = Gp$$

Reemplazamos los valores obtenidos del gasto para cada goteo

Tenemos para 4,5 gotas por segundo,

$$F = \left( 2.25 * 10^{-6} \frac{m^3}{s} \right) \left( 1000 \frac{kg}{m^3} \right) = 2,5 * 10^{-3} \frac{kg}{s}$$

Tenemos para 5,5 gotas por segundo,

$$F = (2.75 * 10^{-7}) \left( 1000 \frac{kg}{m^3} \right) = 2.75 * 10^{-4} \frac{kg}{s}$$

Tenemos para 6,5 gotas por segundo,

$$F = (3.25 * 10^{-7}) \left( 1000 \frac{kg}{m^3} \right) = 3,25 * 10^{-4} \frac{kg}{s}$$

Estos valores encontrados representan el flujo gastado por cada tipo de goteo y esta expresado en  $\frac{kg}{s}$

Para determinar la potencia del motor requerida en la máquina de pulido metalográfico, es necesario realizar varios cálculos que incluyen valores tales como torque, fuerza de fricción, velocidad angular y fuerza aplicada.

En términos de la selección del motor, se deben realizar cálculos para encontrar el torque mínimo necesario, que dependen de variables y datos que se detallarán a continuación.

Potencia: Según la ecuación (3)

$$P = T * w$$

Donde: T = Torque, expresado en N. m

Se tiene w = Velocidad angular, expresada en  $\frac{rad}{s}$

$\left( 400 \frac{rev}{min} \right)$ , valor aproximado en el disco para el buen funcionamiento.

$$w = \left( 400 \frac{rev}{min} \right) * \left( \frac{2\pi}{rev} \right) * \left( \frac{1min}{60 s} \right)$$

Como resultado tenemos que  $w = 41,88 \frac{rad}{s}$

Torque:

Según la ecuación (4)

$$T = F_f * r$$

Donde se tiene  $F_f$  = Fuerza de fricción

También  $r$  = Radio maxio del disco en metros

Fuerza de fricción:

Según la ecuación (5)

$$F_f = \mu * F$$

Se tiene  $\mu$  = coeficiente de fricción

También  $F$  = Fuerza aplicada al disco en newtons

Cuando calculamos la ecuación de la fuerza de fricción, “empleamos un coeficiente de 0,94” (LOPEZ & TORRES, 1999) Este valor representa el límite máximo que se conecta en la máquina y corresponde a la relación de fricción entre la lija de desbaste y el acero. Para expresar el mínimo esfuerzo que el disco debe soportar, utilizamos una fuerza de 20N, que equivale a 2 kilogramos de fuerza.

Reemplazamos valores en la ecuación (5):

$$F_f = (0.94) * (20N)$$

Resultado de ecuación

$$F_f = 18.8 N$$

El resultado obtenido será la fuerza de fricción máxima que soportará el disco

Radio:  $r$ , en el caso del disco 0.0875m ya que el diámetro es 0.175m

Ya obtenido los valores los sustituimos en la ecuación (4)

$$T = F_f * r$$

$$T = (18.8N) * (0,0875m)$$

Resultado de la ecuación

$$T = 1.645 \text{ N. m}$$

El resultado obtenido es el torque mínimo a soportar en el disco.

Después obtener los valores de velocidad angular y torque los reemplazamos en la ecuación (3) que son necesarios para determinar la potencia.

Donde esta expresada como:  $P = T * w$

Reemplazamos valores

$$P = (1.645N. m) * (w = 41,88 \frac{\text{rad}}{\text{s}})$$

Resultado de la ecuación

$$P = 68,89 \text{ watts}$$

Para saber la potencia del motor en caballos de fuerza (hp) es necesario hacer conversión de unidades.

$$\text{Resolvemos: } (68.89 \text{ watts}) * (\frac{1\text{hp}}{745,7 \text{ watts}})$$

Como resultado: 0,092 Hp

El valor obtenido será la mínima fuerza requerida para el motor.

Potencia máxima del motor: según la ecuación (3)

$$P = T * w$$

Donde: T = Torque, expresado en N. m

Se tiene  $w =$  Velocidad angular, expresada en  $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$\left(400 \frac{\text{rev}}{\text{min}}\right)$ , valor aproximado en el disco para el buen funcionamiento.

según fabricantes de pulidoras metalográficas.

$$\omega = \left(400 \frac{\text{rev}}{\text{min}}\right) * \left(\frac{2\pi}{\text{rev}}\right) * \left(\frac{1\text{min}}{60 \text{ s}}\right)$$

Como resultado tenemos que  $\omega = 41,88 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

Torque:

Según la ecuación (4)

$$T = F_f * r$$

Donde se tiene  $F_f$  = Fuerza de fricción

También  $r$  = Radio máximo del disco en metros

Fuerza de fricción:

Según la ecuación (5)

$$F_f = \mu * F$$

Se tiene  $\mu$  = coeficiente de fricción

También  $F$  = Fuerza aplicada al disco en newtons

Cuando calculamos la ecuación de la fuerza de fricción, “empleamos un coeficiente de 0,94” (LOPEZ & TORRES, 1999). Este valor representa el límite máximo que se conecta en la máquina y corresponde a la relación de fricción entre la lija de desbaste y el acero. Para expresar el máximo esfuerzo que el disco debe soportar, utilizamos una fuerza de 55 N, que equivale a 5,5 kilogramos de fuerza.

Reemplazamos valores en la ecuación (5):

$$F_f = (0.94) * (55\text{N})$$

Resultado de ecuación

$$F_f = 51,7 \text{ N}$$

El resultado obtenido será la fuerza de fricción máxima que soportará el disco

Radio: r, en el caso del disco 0.0875m ya que el diámetro es 0.175m

Ya obtenido los valores los sustituimos en la ecuación (4)

$$T = F_f * r$$

$$T = (51,7\text{N}) * (0,0875\text{m})$$

Resultado de la ecuación

$$T = 4,52 \text{ N.m}$$

El resultado obtenido es el torque máximo a soportar en el disco.

Después obtener los valores de velocidad angular y torque los reemplazamos en la ecuación (3) que son necesarios para determinar la potencia.

Donde esta expresada como:  $P = T * w$

Reemplazamos valores

$$P = (4,52\text{N.m}) * (w = 41,88 \frac{\text{rad}}{\text{s}})$$

Resultado de la ecuación

$$P = 189.29 \text{ watts}$$

Para saber la potencia del motor en caballos de fuerza (hp) es necesario hacer conversión de unidades.

$$\text{Resolvemos: } (189,29 \text{ watts}) * \left(\frac{1\text{hp}}{745,7 \text{ watts}}\right)$$

Como resultado: 0,25 Hp

Buscamos en el mercado un motor que cumpla con los parámetros calculados y encontramos un motor marca Welling de referencia W10006415, de ¼ HP (187W) y 1625 RPM.



Ahora calculamos de la velocidad lineal para tres (3) tipos de radio diferentes. Esto lo hacemos para encontrar una zona apta en el disco para el pulido de las muestras.

Para hallar la velocidad lineal tenemos la siguiente formula:

$$V = w * r \quad (7)$$

Dónde  $w$  = velocidad angular cuyas unidades son  $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$r$  = radio, en el caso de la pulidora emplearemos 3 radios (1,5cm, 3,5cm y 7cm)

Las medidas de los radios previamente mencionados corresponden a tres (3) áreas de pulido distintas, las cuales afectaran la muestra de manera diferenciada.

Con el fin de darle solución a la ecuación (7) es necesario convertir la velocidad máxima en el disco de acuerdo a una relación de transmisión de 1:3.

Formula:  $n = \frac{1625 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}{3} = 541,66 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$ , Estas fueron las rpm para trabajar

Tenemos:

$$\left(541,66 \frac{\text{rev}}{\text{min}}\right) * \left(\frac{1\text{min}}{60\text{s}}\right) = 9,02 \frac{\text{rev}}{\text{s}}$$

Como tenemos las unidades en  $\frac{\text{rev}}{\text{s}}$ , las vamos a convertir en  $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$ , de este modo se determina la velocidad angular:

$$w = \left(9,02 \frac{\text{rev}}{\text{s}}\right) * \left(\frac{2\pi\text{rad}}{1\text{rev}}\right)$$

Resultado de la ecuación:

$$w = 56,67 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Antes de poder emplear los radios en la ecuación (7), es necesario expresarlos en unidades de metros (m) en lugar de centímetros (cm). Este radio se ubicó del centro al borde de la muestra.

$$\text{Radio 1. } \left(1,5 \frac{\text{cm}}{1}\right) * \left(\frac{1\text{m}}{100\text{cm}}\right) = 0,015\text{m}$$

$$\text{Radio 2. } \left(3,5 \frac{\text{cm}}{1}\right) * \left(\frac{1\text{m}}{100\text{cm}}\right) = 0,035\text{m}$$

$$\text{Radio 3. } \left(7 \frac{\text{cm}}{1}\right) * \left(\frac{1\text{m}}{100\text{cm}}\right) = 0,07\text{m}$$

Reemplazamos los valores en la ecuación (7)

$$V = w * r$$

Para el radio 1 (0.015m):

$$V = \left(41,88 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) * (0,015\text{m})$$

Resultado de la ecuación:

$$V = 0,6282 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Para el radio 2 (0.035m):

$$V = \left(41,88 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) * (0,035\text{m})$$

Resultado de la ecuación:

$$V = 1,4658 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Para el radio 3 (0.07m):

$$V = \left(41.88 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) * (0,07\text{m})$$

Resultado de la ecuación:

$$V = 2,9316 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Con el propósito de identificar la zona más adecuada para el pulido de muestras metalográficas, se midieron las velocidades en distintas zonas. Los resultados indican que la zona dos (2) es la más apropiada, ya que la velocidad en este punto permite un proceso uniforme de pulido que asegura una superficie adecuada para los estudios a realizar. En cambio, no se recomienda el pulido en la zona uno (1), donde la velocidad puede dañar el material y generar colas no deseadas en la probeta, mientras que en la zona tres (3) se observaría daño en la probeta debido a los residuos sobrantes del material, lo que resultaría en una superficie de pulido no apta para materiales blandos.

## **4.2. SELECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES DEL PULIDOR**

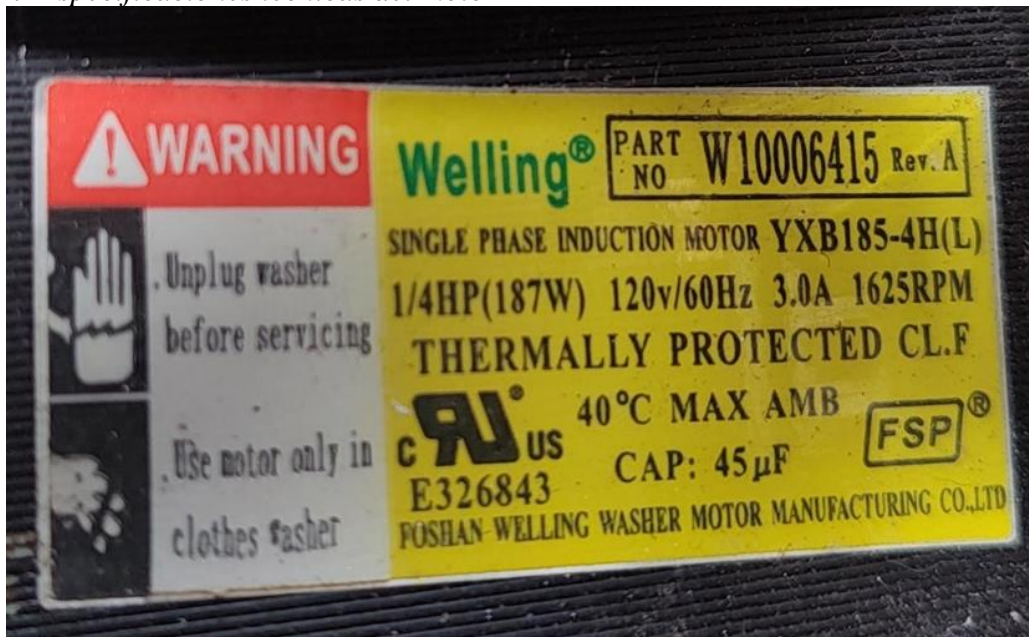
### ***4.2.1. Motor eléctricos marca Welling***

Este motor son los que se encargan de proporcionar la energía necesaria para hacer girar el plato de pulido y la muestra que se está puliendo. Dependiendo del modelo de pulidor, pueden utilizarse uno o varios motores para controlar la velocidad de rotación y la dirección del plato de pulido. Además, los motores también pueden estar equipados con sistemas de frenado para detener el movimiento del plato de manera segura y rápida. En resumen, los motores eléctricos son esenciales en el proceso de pulido y su correcto funcionamiento asegura un acabado preciso y uniforme en la muestra metalográfica.

Figura 28 Motor ref w 10006415 de 1/4 de Hp



Figura 29 Especificaciones técnicas del motor



#### 4.2.2. Estructura

La elección del material y las dimensiones utilizadas para la estructura son esenciales para garantizar la resistencia y la estabilidad de la pieza final. El tubo cuadrado de acero de 1 pulgada (25,4 milímetros) con un espesor de calibre 18. Las dimensiones generales de la estructura, de 40 cm de ancho, 60 cm de largo y 35.94 cm de alto.

Por otro lado, la elección de una lámina de acero de calibre 14 (1.90 milímetros) para la base y la soldadura 6013 de 1/8 para unir las piezas proporcionan una base sólida y estable para la estructura. El uso de un calibre más grueso para la base ayuda a garantizar la estabilidad y la resistencia de la estructura en su totalidad. La soldadura 6013 de 1/8 es un tipo de soldadura que proporciona una fuerte unión entre las piezas de acero y es capaz de soportar cargas significativas. En general, la elección cuidadosa de los materiales y los métodos de unión es esencial para asegurar la calidad y la fiabilidad de la estructura final.

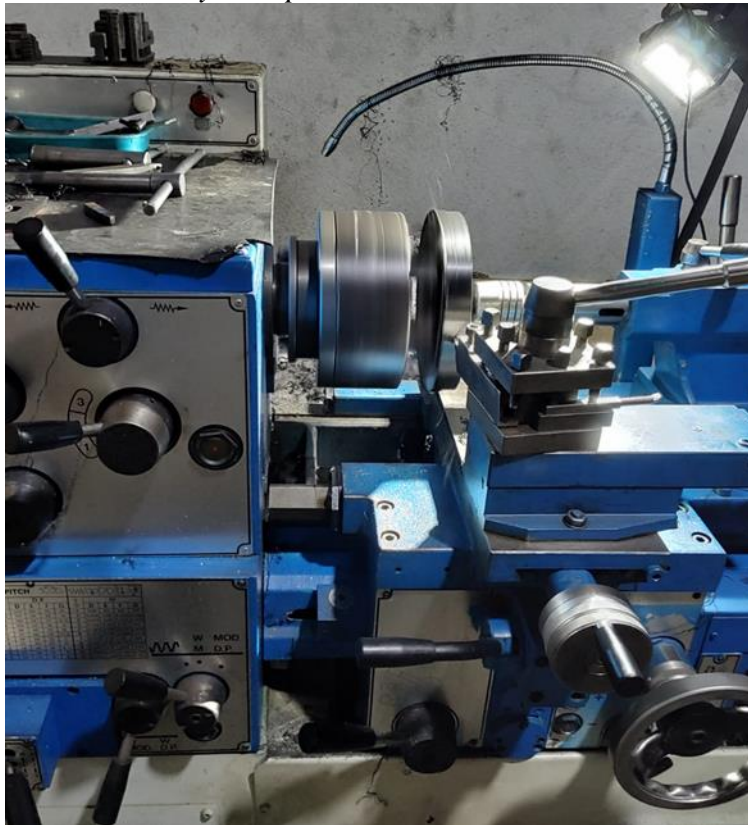
**Figura 30** Estructura del pulidor



### **4.2.3. Disco porta lijas**

Este material se encuentra en el mercado como barras cilíndricas en medidas estándar, para este caso utilizamos una barra de 8 pulgadas (20.32 centímetros). Donde se hicieron dos cortes de 3 centímetros de espesor cada uno, seguidamente se mecanizan en un torno donde se realizará el acabado final como se muestra en la figura 32. Queda con dimensiones de 17.5 centímetros de diámetro x 2.5 centímetros de espesor.

**Figura 31** Mecanizado del disco nylon o poliamida





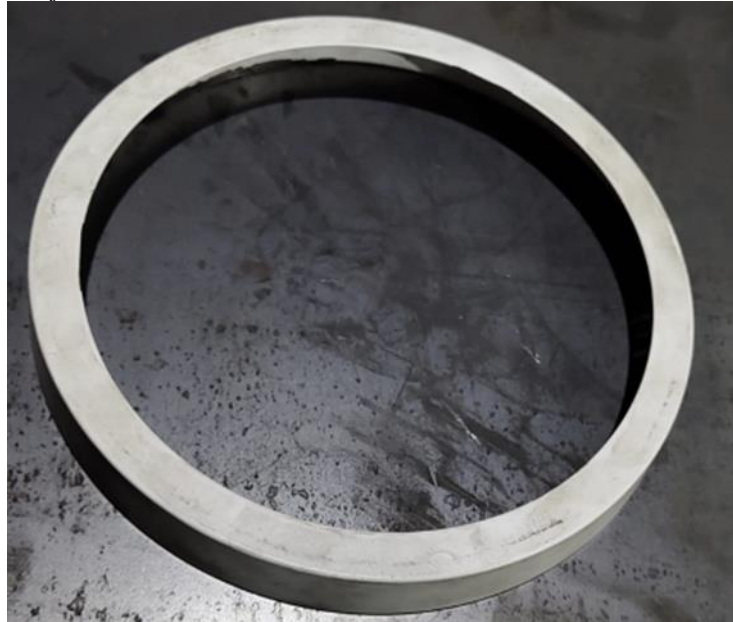
**Figura 32** *Discos en nylon o poliamida acabado final*



#### **4.2.4. Soportes de lija**

El soporte para lijas está diseñado para ser utilizado con lijas de tamaño estándar, generalmente de 9 x 11 pulgadas (22.86 x 27.94 centímetros) donde se deben recortar a medida del disco. El soporte se compone de una base plana con una superficie de agarre fina, que sujeta la lija firmemente en su lugar. La parte superior del soporte tiene una superficie curvada o de forma ergonómica que se adapta cómodamente a la mano del usuario y facilita el movimiento de la lija durante el lijado. Además, el soporte para lijas también puede tener un mecanismo de ajuste para permitir la utilización de diferentes grosores de lija.

**Figura 33** *Soporte de lija*



#### **4.2.5. *Bandeja de depósito***

Este recipiente fabricado en acero inoxidable de alta calidad y espesor calibre 18 (1.10 milímetros). Además de su resistencia a la corrosión, el acero inoxidable también es conocido por su capacidad para resistir altas temperaturas y su bajo mantenimiento, lo que lo hace ideal para su uso en entornos de laboratorio. La superficie lisa y fácil de limpiar de la bandeja permite una limpieza rápida y eficiente después de su uso, lo que es importante para mantener un ambiente limpio y estéril. Además, el diseño de la bandeja permite un fácil manejo y transporte, lo que facilita su uso.

Esta bandeja se utiliza como un contenedor versátil y confiable para almacenar y transportar o contener el agua utilizada para la refrigeración de las muestras.



**Figura 34** *Bandeja en acero inoxidable*



#### **4.2.6. Dimmer regulador de velocidad**

Este dispositivo se conoce como regulador de velocidad o controlador de velocidad. Su principal función es mantener un el amperaje constante en el motor o circuito eléctrico, lo que ayuda a prolongar su vida útil y a mejorar su rendimiento. En este caso, se utilizarán dos reguladores de velocidad, uno para cada motor del pulidor, con el fin de controlar la velocidad de forma independiente para cada uno. Esto permitirá ajustar la velocidad de cada motor y obtener diferentes niveles de pulido según las necesidades del usuario.

**Figura 35** *Dimmer regulador de velocidad*



Fuente: Autores

#### **4.2.7. Breaker**

El pulidor llevará este breaker como dispositivo de protección eléctrica que se utiliza para interrumpir la corriente eléctrica en caso de una sobrecarga o cortocircuito en la máquina. Su función es evitar que se produzcan daños en la pulidora o en otros equipos eléctricos, así como prevenir posibles lesiones a las personas que están utilizando la máquina.

El breaker actúa como un interruptor automático que se dispara cuando detecta una sobrecarga en el circuito eléctrico de la pulidora. Cuando esto ocurre, el breaker corta la corriente eléctrica para evitar que se dañen los componentes eléctricos de la máquina o que se produzca un cortocircuito que pueda causar un incendio.

**Figura 36** Breaker on/off 127 – 230 V



Fuente: (Homecenter, 2023)

#### **4.2.8. Manguera modular 1/4**

Es una manguera flexible que está diseñada para conectarse fácilmente con otros componentes del sistema sin necesidad de herramientas especiales. Esta manguera se compone de varios módulos que se ensamblan de manera sencilla y segura para formar la longitud deseada.

Los módulos de la manguera modular suelen ser de diferentes colores para facilitar su identificación y permitir una conexión rápida y precisa de los componentes del sistema. Cada

módulo tiene conexiones en ambos extremos que se conectan fácilmente con otros módulos o con otros componentes del sistema.

Las mangueras modulares se utilizan comúnmente en sistemas hidráulicos, neumáticos y de líquidos, y son populares en aplicaciones en las que se requiere un fácil mantenimiento o se necesita una rápida reconfiguración del sistema.

**Figura 37** *Manguera torno plástica*



Fuente: (Suministros Hidraulicos S.A.S., 2015)

#### **4.2.9. Manguera teflón ¼**

Utilizamos manguera teflón de ¼ para conducir el agua hasta los discos para refrigerar las muestras.

**Figura 38** *Manguera teflón*



Fuente: Autores

#### **4.2.10. Pulidor metalográfico**

Observamos el pulidor metalográfico.

**Figura 39** Pulidora metalográfica



Fuente: Autores

### **4.3. COMPROBACIÓN DE CONSUMO Y EFICIENCIA**

#### **4.3.1. Consumo**

Para calcular el consumo del pulidor verificamos las características del motor y obtenemos la siguiente información (ver tabla 5)

**Tabla 5***Detalles de consumo por cada motor*

<b>Motor</b>	<b>Potencia en W</b>	<b>Potencia en Kw</b>	<b>Horas diarias de uso</b>	<b>Kwh</b>	<b>Kwh/mes</b>	<b>Costo mensual promedio</b>
<b>Operaciones</b>	<b>P</b>	<b>P/1000</b>	<b>t</b>	<b>Kw * t</b>	<b>Kwh*30</b>	<b>Valor Kwh</b>
						<b>\$767,46</b>
Motor 1	187	0,187	1,5 horas	0,0280	8,4	\$6.458,17
Motor 2	187	0,187	1, horas	0,0280	8,4	\$6.458,17
<b>Total</b>						<b>\$12.916,34</b>

Fuente: Autores

Según los datos de la tabla podemos evidenciar que el pulidor tiene un consumo mínimo de energía, lo que es de gran ventaja para la universidad Antonio Nariño sede Ibagué a la hora de utilizar el equipo.

#### **4.3.2. Eficiencia**

La eficiencia se refiere a la capacidad de un motor eléctrico para utilizar de manera efectiva la energía eléctrica suministrada desde la fuente, transformándola en energía útil (Conuee, 2009).

##### **4.3.2.1. Disminución de eficiencia**

Cuando un motor recibe energía eléctrica, no toda se convierte en energía mecánica, ya que se producen pérdidas durante el proceso de conversión. Por lo tanto, la eficiencia no alcanzará el 100%. Si las condiciones de funcionamiento del motor no son las adecuadas, estas perderán y se reducirá la eficiencia del motor (Conuee, 2009).

##### **4.3.2.2. Cálculo de la eficiencia**

Este cálculo se lleva a cabo al comparar la potencia mecánica con la potencia eléctrica y expresarlo como un porcentaje (Conuee, 2009).

$$Eficiencia = \frac{potencia\ mecánica}{potencia\ eléctrica} * 100 \text{ (Conuee, 2009)}$$

La potencia eléctrica la expresamos en (kW)

La potencia mecánica en caballos de potencia (HP)

Para calculo de la eficiencia del pulidor según las especificaciones técnicas del motor tenemos los siguientes datos.

Potencia mecánica: 0, 25 hp x

Potencia eléctrica: 187 w o 0,187 kW

La potencia de salida que genera en los discos del pulidor son 167 w, entonces decimos que:

$$Eficiencia = \frac{0,167 \text{ kW}}{0,187 \text{ kW}} * 100 = 89,30\%$$

Resultado obtenido es la eficiencia del motor del pulidor 89,30%

Calculamos las pérdidas de la potencia:

$$0,187 - 0,167 = 0,02$$



## 5. CONCLUSIONES

- A partir de la elaboración del diseño, se pudieron establecer las especificaciones para la construcción de la máquina de pulido metalográfico.
- Las prestaciones técnicas del equipo construido son equiparables a las de un equipo comercial.
- Los sistemas de transmisión y control de la máquina son esencial para un óptimo desempeño, ya que evita posibles daños a corto plazo.
- Es necesario contar con un sistema de refrigeración para las muestras, ya que sin él podrían producirse daños en la superficie por la fricción directa con el papel abrasivo.
- Luego de analizar diversas alternativas, se puede concluir que siempre existen oportunidades para mejorar los equipos de metalografía, de manera que se facilite su uso y se obtengan resultados más dinámicos.
- Los resultados obtenidos en las pruebas de funcionamiento de la máquina de pulido metalográfico han confirmado la similitud entre los datos teóricos y los obtenidos experimentalmente mediante el uso de instrumentos de medición de velocidad y flujo.
- El uso adecuado de las muestras de metalografía es fundamental para garantizar el correcto funcionamiento de la máquina de pulido.
- Se realizaron pruebas de funcionamiento, utilizando una barra de acero 1020 con un diámetro de 2,5 pulgadas; se evidencia que el pulidor se desempeña de muy buena manera, luego de pasar la muestra por diferentes tipos de papel abrasivo, se le da un acabado tipo espejo que es lo que se buscaba.
- Según el análisis de eficiencia se logro establecer que cumple con los parámetros al ser un equipo eficaz y de bajo consumo.

## 6. REFERENCIAS

- 3M . (s.f.). Obtenido de Disco de Desbaste 3M™ Silver 51750, T27, 180 mm x 6 mm x 22.23 mm, 10/Paquete Interno, 20/Caja: [https://www.3m.com.bo/3M/es\\_BO/p/d/v100569053/](https://www.3m.com.bo/3M/es_BO/p/d/v100569053/)
- Abracom . (2023). Obtenido de Usos de las ruedas abrasivas :  
<https://www.abracom.es/es/blog/post/45-usos-ruedas-abrasivas.html>
- Abracom. (12 de mayo de 2021). *Las pastas abrasivas en el pulido de superficies*. Obtenido de <https://www.abracom.es/es/blog/post/140-las-pastas-abrasivas-en-el-pulido-de-superficies.html>
- Abrastar . (s.f.). *Muela abrasiva ruedas* . Obtenido de <https://abrastar.com/es/producto/muela-abrasiva-ruedas/>
- Aceromafe . (2023). *Que es la poliamida y para que sirve* . Obtenido de <https://www.aceromafe.com/poliamida-usos-propiedades/>
- Aceropedia . (s.f.). Obtenido de Acero comercial : <https://aceropedia.com/tipos-de-acero/acero-comercial/>
- Aceropedia. (2023). Obtenido de Lamina de acero inoxidable :  
<https://aceropedia.com/materiales/lamina-de-acero-inoxidable/#:~:text=Este%20nombre%20se%20refiere%20a,composici%C3%B3n%20real%20es%20muy%20diferente.>
- Air liquide . (s.f.). Obtenido de Cobre y aleaciones :  
<https://es.airliquide.com/soluciones/soldadura-industrial/cobre-y-aleaciones>

Almacenes HJ. (s.f.). Obtenido de Disco para corte de metal 14 X 7/64 X 1 pulgadas DW8001

Dewalt: <https://www.almaceneshj.com/item->

[disco\\_para\\_corte\\_de\\_metal\\_14\\_x\\_764\\_x\\_1\\_pulgadas\\_dewalt\\_dw8001-340378](https://www.almaceneshj.com/item-disco_para_corte_de_metal_14_x_764_x_1_pulgadas_dewalt_dw8001-340378)

Ángel, E. D. (Noviembre de 2014). Obtenido de Hidronamica :

[https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16715/LECT147.p](https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16715/LECT147.pdf?sequence=1&isAllowed=yp.5)

[df?sequence=1&isAllowed=yp.5](https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16715/LECT147.pdf?sequence=1&isAllowed=yp.5)

*Arqhys.com*. (s.f.). Obtenido de Usos de las aleaciones de aluminio:

<https://www.arqhys.com/decoracion/usos-de-las-aleaciones-de-aluminio.html>

automotriz, I. y. (03 de junio de 2020). Obtenido de Que es el acabado superficial y cual es su

simbologia: [https://www.ingenieriamecanicaautomotriz.com/que-es-el-acabado-](https://www.ingenieriamecanicaautomotriz.com/que-es-el-acabado-superficial-y-cual-es-su-simbologia/)

[superficial-y-cual-es-su-simbologia/](https://www.ingenieriamecanicaautomotriz.com/que-es-el-acabado-superficial-y-cual-es-su-simbologia/)

Brainly, U. d. (01 de diciembre de 2020). *Brainly*. Obtenido de <https://brainly.lat/tarea/30963566>

Conuee. (octubre de 2009). *Motores electricos* . Obtenido de

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/93849/Motores\\_02.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/93849/Motores_02.pdf)

Cotecno . (s.f.). *Maquina pulidora de muestras metalográficas bell – maqPMM – 260*. Obtenido

de [https://www.cotecno.cl/maquina-pulidora-de-muestras-metalograficas-bell-maqpmm-](https://www.cotecno.cl/maquina-pulidora-de-muestras-metalograficas-bell-maqpmm-260e/)

[260e/](https://www.cotecno.cl/maquina-pulidora-de-muestras-metalograficas-bell-maqpmm-260e/)

Cotecno. (s.f.). *Máquina de esmerilado y pulido de muestras metalográficas automáticas bell-*

*MaqPMM-3s* . Obtenido de [https://www.cotecno.cl/maquina-de-esmerilado-y-pulido-de-](https://www.cotecno.cl/maquina-de-esmerilado-y-pulido-de-muestras-metalograficas-automatica-bell-maqpmm-3s/)

[muestras-metalograficas-automatica-bell-maqpmm-3s/](https://www.cotecno.cl/maquina-de-esmerilado-y-pulido-de-muestras-metalograficas-automatica-bell-maqpmm-3s/)

*Curso de maquinas mecanicas.* (2023). Obtenido de Retenedor de aceite:

[https://portalelectromecanico.com/CURSOS/MaquinasMecanicas/retenedores\\_de\\_aceite.html](https://portalelectromecanico.com/CURSOS/MaquinasMecanicas/retenedores_de_aceite.html)

*Derematerialia praticas metalograficas .* (s.f.). Obtenido de desbaste :

<http://www.derematerialia.com/praticas-metalograficas/desbaste/>

Ducasse . (2022). *Que es un rodamiento o cojinete .* Obtenido de

<https://ducasse.com.pe/blog/que-es-un-rodamiento-o-cojinete/>

*Ecologia hoy.* (2023). Obtenido de Vidrio: [https://www.ecologiahoy.com/vidrio#google\\_vignette](https://www.ecologiahoy.com/vidrio#google_vignette)

*Enciclopedia humanidades .* (s.f.). Obtenido de vidrio : <https://humanidades.com/vidrio/>

eurolab. (2023). *Laboratorio de prueba de metales.* Obtenido de Cobre y aleaciones de cobre -

Selección y preparación de muestras para análisis químico - Muestreo de productos

forjados y piezas fundidas: [https://www.laboratuvar.com/es/testler/metal-test-](https://www.laboratuvar.com/es/testler/metal-test-laboratuvvari/iso-1811-2-bakir-ve-bakir-alasimlari---kimyasal-analiz-icin-numunelerin-secimi-ve-hazirlanmasi---dovme-urunlerden-ve-dokumlerden-numune-alinmasi/)

[laboratuvvari/iso-1811-2-bakir-ve-bakir-alasimlari---kimyasal-analiz-icin-numunelerin-](https://www.laboratuvar.com/es/testler/metal-test-laboratuvvari/iso-1811-2-bakir-ve-bakir-alasimlari---kimyasal-analiz-icin-numunelerin-secimi-ve-hazirlanmasi---dovme-urunlerden-ve-dokumlerden-numune-alinmasi/)

[secimi-ve-hazirlanmasi---dovme-urunlerden-ve-dokumlerden-numune-alinmasi/](https://www.laboratuvar.com/es/testler/metal-test-laboratuvvari/iso-1811-2-bakir-ve-bakir-alasimlari---kimyasal-analiz-icin-numunelerin-secimi-ve-hazirlanmasi---dovme-urunlerden-ve-dokumlerden-numune-alinmasi/)

eximport. (2023). *Disco Scotch-Brite Velour.* Obtenido de

<https://www.eximport.es/producto/disco-scotch-brite-velour/>

*Ferriobras .* (2023). Obtenido de TUBO CUADRADO 1" CAL 18:

[https://www.ferriobras.tiendasonline.com.co/index.php?id\\_product=656&rewrite=tubo-cuadrado-1-cal-18&controller=product&id\\_lang=3](https://www.ferriobras.tiendasonline.com.co/index.php?id_product=656&rewrite=tubo-cuadrado-1-cal-18&controller=product&id_lang=3)

*fraquihogar .* (2023). Obtenido de La ceramica : <https://franquihogaronline.com/la-ceramica/>

*GLOBAL INDUSTRIAL PROTECTION* . (s.f.). Obtenido de 3M DISCO DE FIBRA 982C 7" X 7/8" (178 X 22 MM) G-36: <https://www.segutecnica.com/3m-disco-de-fibra-982c-7-x-7-8-178-x-22-mm-g-36--det--014961>

*Homecenter*. (2023). Obtenido de Mini Breaker Easy9, 1 Polo, 40 A, 10 kA, 127-230 V AC, Curva C, Riel DIN: [https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/136008/mini-breaker-easy9-1-polo-40-a-10-ka-127-230-v-ac-curva-c-riel-din/136008/?kid=goosho\\_1161562&shop=googleShopping&gclid=CjwKCAjwge2iBhB BEiwAfXDBR75PIPMxGNiUvP-l-PKx2tkg1mqpoAT-FO9HUoMrNDdTFs0NbRGv](https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/136008/mini-breaker-easy9-1-polo-40-a-10-ka-127-230-v-ac-curva-c-riel-din/136008/?kid=goosho_1161562&shop=googleShopping&gclid=CjwKCAjwge2iBhB BEiwAfXDBR75PIPMxGNiUvP-l-PKx2tkg1mqpoAT-FO9HUoMrNDdTFs0NbRGv)

LOPEZ, A., & TORRES, Y. (1999). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA DESBASTADORA DE METALES PARA LA PREPARACION DE PROBETAS METALOGRAFICAS*.

Obtenido de PROYECTO DE GRADO:

<https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0057990.pdf>

M caseros . (s.f.). *Muelas Mixtas Flap Papel – Paño Abrasivo*. Obtenido de

<https://mcaseros.com/productos/repuestos/abrasivos-repuestos/muelas-mixtas-flap-lijapano-abrasivo/>

Mcb. (17 de octubre de 2022). *Cuáles Son Las Partes De Un Motor Eléctrico Y Sus Funciones*.

Obtenido de <https://www.mcb.com.mx/cuales-son-las-partes-de-un-motor-electrico-y-sus-funciones/>

*Microscopios y equipos especiales*. (s.f.). Obtenido de PULIDORA Y POLICHADORA

METALOGRAFICA MARCA TESTING INSTRUMENTS MODELO MP-2:

<https://www.microespeciales.com/producto/pulidora-y-polichadora-metalografica-marca-testing-instruments-modelo-mp-2/>

New line. (s.f.). Obtenido de Que es un regulador de voltaje :

<https://corpnewline.com/reguladores.htm>

*Perfiles de aluminio.net.* (2023). Obtenido de Aleaciones de Aluminio: importancia y tipos:

<https://perfilesdealuminio.net/articulo/aleaciones-de-aluminio-importancia-y-tipos/8>

Radio nacional de colombia . (18 de Diciembre de 2021). Obtenido de El Carmen de Viboral,

más de 100 años de piezas únicas pintadas a mano:

<https://www.radionacional.co/regiones/antioquia/ceramica-el-carmen-de-viboral-tradicion-de-mas-de-100-anos>

rosver . (2023). *cepillos de laminas con vastago* . Obtenido de

<https://www.rosver.com/es/producto/cepillos-de-laminas-con-v%C3%A1stago/>

*Suministros Hidraulicos S.A.S.* (2015). Obtenido de MANGUERA TORNO PLASTICA:

<http://www.suministroshidraulicos.net/portfolio/manguera-torno-plastica>

suministros suvain . (s.f.). Obtenido de DISCOS CAMBIO RÁPIDO SILICON CARBIDE 2

CAPAS - SOCATT: <https://www.anserjo.com/producto/1018486/1004775/std-abrasives-discos-cambio-rapido-silicon-carbide-2-capas-socatt>

tasol s.l. . (s.f.). Obtenido de Discos de Laminas: [https://suministrostasol.com/producto/discos-](https://suministrostasol.com/producto/discos-de-laminas/)

[de-laminas/](https://suministrostasol.com/producto/discos-de-laminas/)

VDC. (2023). *Informacion tecnica* . Obtenido de que es un retenedor :

<https://www.vdc.com.co/site/productos/informacion-tecnica/>

VSM we know abrasives . (2023). Obtenido de TIPOS DE DISCOS ABRASIVOS Y SUS

CARACTERÍSTICAS: <https://vsmabrasivos.com/latam/tipos-discos-abrasivos-caracteristicas/>

## Anexo A: Manuales usuario pulidora metalográfica

### MANUALES USUARIO PULIDORA METALGRÁFICA

En este manual encontraremos la información necesaria para el uso y recomendaciones para el adecuado funcionamiento de la pulidora metalográfica.

NOTA: El operario de la pulidora debe contar con los elementos de protección adecuados (gafas, guantes, overol, botas de seguridad, tapa oídos) para el uso de la máquina y para evitar cualquier riesgo que pueda afectar su integridad.

#### RECOMENDACIONES

- Antes de operar la maquina realice una inspección visual y evidencie que cuente con todos sus componentes.
- No exceder la abertura de la válvula de flujo para evitar salpicaduras y gasto innecesario de agua.
- Si escucha ruidos extraños internamente durante una prueba, pare la máquina y notifíquelo.
- Al finalizar el uso del equipo colocar el breaker en modo off y desconectarlo de la alimentación eléctrica.
- Verificar cuando esté en funcionamiento que no existan goteos de agua por la parte inferior de la máquina.
- Puede elegir en que disco trabajar o si lo requiere puede hacerlo en los dos al mismo tiempo.
- Verificar que los puntos guías trazados en el disco queden alineados con los del anillo de sujeción de las lijas.
- Al terminar el proceso realice una limpieza del equipo.

## RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- Evite manipular los componentes eléctricos y mecánicos si no está autorizado para dicha labor.
- Usar implementos de seguridad al momento de utilizar el equipo (guantes, gafas, tapa oídos).
- Al momento de someter la muestra evite rozar el material con los anillos de sujeción de las lijas ya que puede crear fracturas en el mismo o romperlo.
- Evite cualquier tipo de distracción cuando este puliendo una muestra
- Si eres nuevo en el uso de la máquina, solicita la supervisión de un experto hasta que te sientes cómodo y seguro.

### Pasos para iniciar la pulidora

- Paso 1: Conectar la maquina a una fuente eléctrica a 110V
- Paso 2: Conectar la maquina a la fuente de agua y fijar el flujo deseado con la llave
- Paso 3: Accionar el breaker a modo encendido(on) para dar paso de corriente a los motores
- Paso 4: Para poner a girar el disco accione el Dimmer regulador y aumente a la velocidad requerida en este caso puede iniciar a una velocidad recomendable que son 400 rpm y máximo a 800 rpm.
- Paso 5: Al finalizar cada prueba devuelva la perilla nuevamente y espere que paren los discos.
- Paso 6: Cierre el flujo de agua de la llave.
- Paso 7: Baje el breaker a off y desconecte la alimentación eléctrica a 110V.



## Anexo A.1: Manual de mantenimiento de pulidora

### MANUAL DE MANTENIMIENTO DE PULIDORA METALOGRAFICA

Se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones para realizar un adecuado mantenimiento y cuidado de la máquina.

NOTA: El operario de la pulidora debe contar con los elementos de protección adecuados (gafas, guantes, overol, botas de seguridad, tapa oídos) para el uso de la máquina y para evitar cualquier riesgo que pueda afectar su integridad.

#### RECOMENDACIONES

- Verificar que el equipo se encuentre desconectado de la fuente de alimentación eléctrica 110V.
- Asegúrese de contar con las herramientas necesarias (destornilladores pala y estrella, pinzas, alicates, llaves, etc) para realizar el mantenimiento adecuado bien sea del sistema eléctrico o mecánico.

#### ADVERTENCIAS

- Antes de realizar cualquier tarea de mantenimiento, asegúrese de desconectar la fuente de alimentación de la pulidora. No toque componentes eléctricos de la máquina mientras esta conectada a la corriente.
- La pulidora metalográfica tiene partes móviles que pueden causar lesiones graves si se manipulan incorrectamente.
- Para realizar estos tipos de mantenimiento es recomendable contar con los elementos de protección personal adecuados (gafas, guantes, overol, botas de seguridad)

#### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Es importante realizar el mantenimiento preventivo de la pulidora metalográfica para evitar problemas futuros. No ignorar las señales de desgaste o daños de los componentes de la maquina y reemplaza las piezas de manera oportuna.
- La limpieza es una parte importante del mantenimiento. Limpia la superficie de trabajo y los componentes de la maquina con un paño suave y limpio. Asegúrate de eliminar cualquier resto de muestra, limaduras o pastas para pulir.
- Cuando evidencie desgaste en las lijas procurar cambiarlas para evitar rayar los discos con las muestras.
- Verifica el sistema de refrigeración y la bandeja del platero limpiarlas con abundante agua.

## MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este se realiza para solucionar un problema específico que ha surgido en la máquina. A continuación, se presenta los siguientes pasos a seguir para realizar el mantenimiento correctivo en la pulidora metalográfica.

- Identificar el problema: Antes de comenzar cualquier tarea de mantenimiento, es importante identificar el problema específico que está afectando el funcionamiento de la pulidora. Esto puede incluir problemas mecánicos, eléctricos, o relacionados con el sistema de enfriamiento.
- Inspeccionar la pulidora: Realizar una inspección visual detallada de la pulidora para detectar el origen del problema. Busca signos de desgaste, daños o mal funcionamiento en los componentes de la máquina.
- Realizar las reparaciones necesarias: Una vez que se ha identificado el problema, es hora de realizar las reparaciones necesarias. Esto puede incluir reemplazar las piezas dañadas, ajustar los componentes de la maquina o reparar los sistemas eléctricos o de enfriamiento.

- Probar la pulidora: Después de realizar las reparaciones necesarias, es importante probar la pulidora para asegurarse de que el problema se ha solucionado y la maquina esta funcionando correctamente.

NOTA: Siguiendo estas Advertencias, podrás garantizar un mantenimiento adecuado y de manera efectiva y garantizar un funcionamiento óptimo de la máquina. Es importante tener en cuenta que, si no estas seguro de como realizar cualquier tarea de mantenimiento busca ayuda o apoyo en personal técnico especializado.

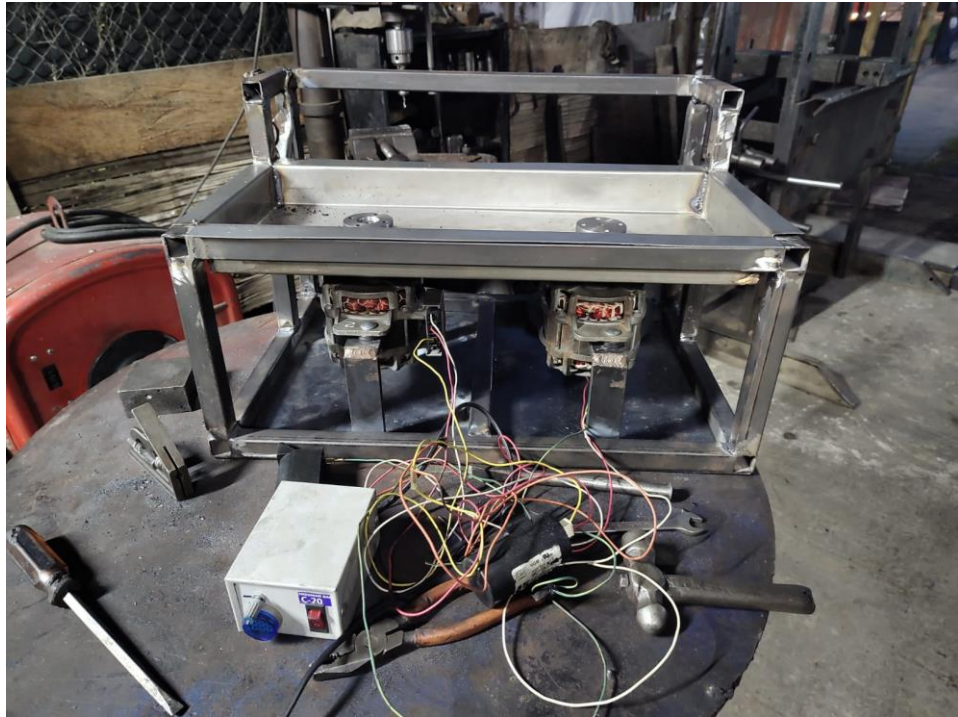
## PROCESO DE FABRICACION DEL PULIDOR METALOGRAFICO

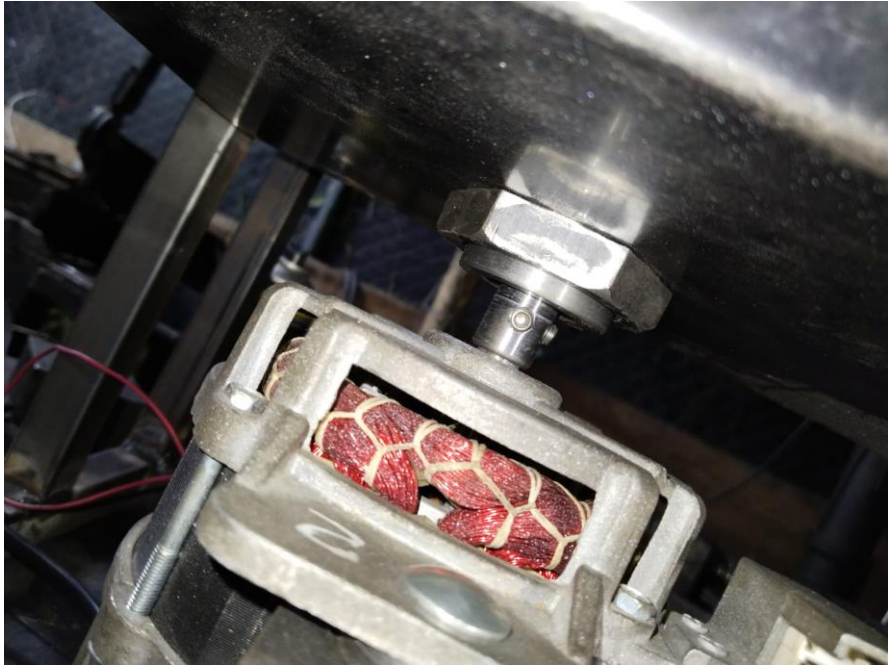
















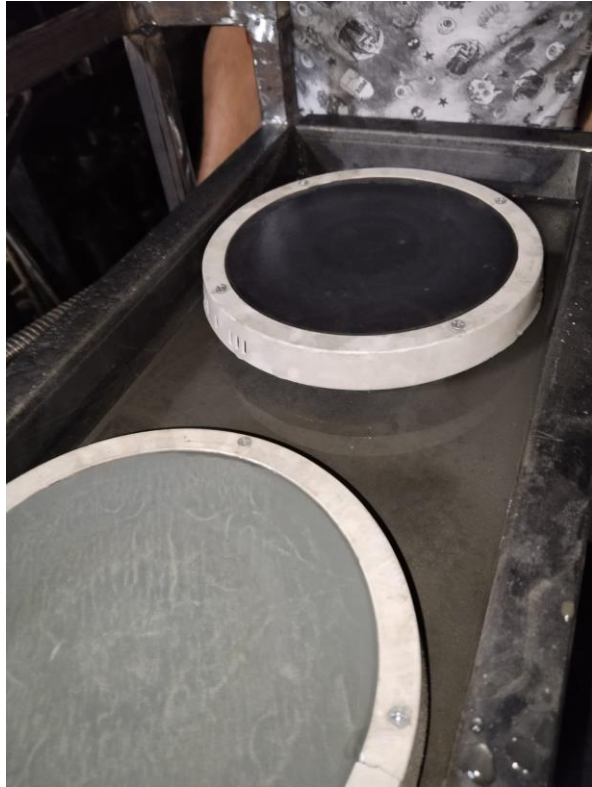
## PRUEBAS REALIZADA











## ● 5% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>cotecno.cl</b> Internet	1%
2	<b>repositorio.uan.edu.co</b> Internet	<1%
3	<b>coursehero.com</b> Internet	<1%
4	<b>abracom.es</b> Internet	<1%
5	<b>repository.ut.edu.co</b> Internet	<1%
6	<b>dspace.ucacue.edu.ec</b> Internet	<1%
7	<b>clubensayos.com</b> Internet	<1%
8	<b>cucea.udg.mx</b> Internet	<1%
9	<b>issuu.com</b> Internet	<1%

10	<b>iesalc.unesco.org.ve</b> Internet	<1%
11	<b>docs.google.com</b> Internet	<1%
12	<b>franquihogaronline.com</b> Internet	<1%
13	<b>ocvreinforcements-a.hansonstatus.com</b> Internet	<1%
14	<b>pesquisa.bvsalud.org</b> Internet	<1%
15	<b>scielo.br</b> Internet	<1%
16	<b>tutareaescolar.com</b> Internet	<1%
17	<b>Amezcu Garcia Jonathan Alfredo. "Efecto antimicrobiano de películas..."</b> Publication	<1%
18	<b>b2b.partcommunity.com</b> Internet	<1%
19	<b>es.hwnanomaterial.com</b> Internet	<1%
20	<b>frpmexico.com</b> Internet	<1%
21	<b>mafiadoc.com</b> Internet	<1%

22	<b>repository.unipiloto.edu.co</b>	<1%
	Internet	
23	<b>hemodinamica.com</b>	<1%
	Internet	
24	<b>ingenieriaymecanicaautomotriz.com</b>	<1%
	Internet	
25	<b>visionlearning.com</b>	<1%
	Internet	