



**GESTIÓN Y ELABORACIÓN DE LOS FORMATOS DE CONTROL PARA EL  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA DE  
MATERIALES BASADO EN LA NORMA ISO 17025.**

**ARNOLD DAVID COAVAS PRADA 1096240892**

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS  
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO  
BUCARAMANGA  
FECHA DE PRESENTACIÓN: 03-12-2019**



**GESTIÓN Y ELABORACIÓN DE LOS FORMATOS DE CONTROL PARA EL  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA DE  
MATERIALES BASADO EN LA NORMA ISO 17025.**

**ARNOLD DAVID COAVAS PRADA 1096240892**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Tecnólogo en operación y mantenimiento electromecánico**

**M.Eng. DIANA CAROLINA DULCEY DIAZ**

**Diseño y Materiales- DIMAT**

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS  
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO  
BUCARAMANGA  
FECHA DE PRESENTACIÓN: 03-12-2019**

R-DC-95

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y  
PRÁCTICA

VERSIÓN: 01

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del Jurado

ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

## DEDICATORIA

*Primeramente, a Dios, el gran Señor de mi vida y quien me ha dado la fortaleza para seguir adelante en este ciclo tecnológico y la sabiduría para aprobar cada una de las asignaturas vistas. A mis padres, quienes con su ayuda me han brindado su apoyo, no tan solo económico sino también personal y sentimental. A mis hermanos que a pesar de las distancias me dan sus palabras de aliento para seguir adelante ante cualquier dificultad. Y a mi novia, quien ha sido mi ayuda idónea y mi motivación para seguir adelante en mi proyecto de vida.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradecido primeramente con las Unidades Tecnológicas de Santander por brindarme el espacio para desempeñar el primer ciclo de mi carrera, en un espacio con mucho desarrollo tecnológico y gran ambiente universitario. También a la empresa Ecopetrol, por abrir sus puertas para poder desarrollar la modalidad de practicas dentro de sus instalaciones y permitirme experimentar dentro del laboratorio de ingeniería de materiales lo que he visto en mi carrera. A la profesora Diana Dulcey, quien fue mi directora de grado y siempre estuvo atenta a cualquier inquietud en cuanto a las practicas, a los ingenieros Martin Lizcano, Edxon Meneses, Raúl Velazco y Jenny Gutiérrez por su ayuda constante en el desarrollo del proyecto de grado.

## TABLA DE CONTENIDO

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| <b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>   | <b>10</b>                           |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>11</b>                           |
| <b>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</b>  | <b>12</b>                           |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....   | 12                                  |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN.....   | 13                                  |
| 1.3. OBJETIVOS .....  | 13                                  |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....   | 13                                  |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....   | 13                                  |
| 1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES .....   | 14                                  |
| <b>2. MARCOS REFERENCIALES .....</b>  | <b>16</b>                           |
| 2.1.1. MARCO CONTEXTUAL.....  | 16                                  |
| 2.1.2. MARCO LEGAL.....   | 17                                  |
| 2.1.3. MARCO TEORICO .....  | 17                                  |
| <b>3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO .....</b>   | <b>20</b>                           |
| <b>4. RESULTADOS .....</b>  | <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b> |
| 4.1. CONOCIMIENTO DE EQUIPOS .....  | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.1.1. MONTADORA DE BAQUELITA .....   | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.1.2. PULIDORA DE VELOCIDAD VARIABLE .....   | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.1.3. MONTADORA DE MUESTRAS .....  | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.1.4. DESBASTADORA DE DOBLE BANDA.....   | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.2. ETAPA DE DISEÑO DE ESTRUCTURA Y COMPILACIÓN DE DATOS QUE IRÁN EN LA HOJA DE VIDA DE EQUIPOS..... | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.2.1. MONTADORA DE BAQUELITA .....   | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.2.2. PULIDORA DE VELOCIDAD VARIABLE .....   | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.2.3. MONTADORA DE MUESTRAS .....  | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.2.4. DESBASTADORA DE DOBLE BANDA.....   | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.3. ETAPA DE DISEÑO DE LA HOJA DE VIDA DE EQUIPOS. .   | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.3.1. HOJA DE VIDA DE MONTADORA DE BAQUELITA .....   | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.3.2. HOJA DE VIDA DE PULIDORAS DE VELOCIDAD CONSTANTE .....   | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |
| 4.3.3. HOJA DE VIDA DE MONTADORA DE MUESTRAS.....   | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.        |

4.3.4. HOJA DE VIDA DE DESBASTADORAS DE DOBLE BANDA ..... **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

**5. CONCLUSIONES ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

**6. RECOMENDACIONES ..... ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

**7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... **67****

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación de equipos en el laboratorio de ingeniería de materiales ..... | 24 |
| Figura 2. Montadora de baquelita .....   | 25 |
| Figura 3. Partes de la montadora de baquelita.....                                 | 25 |
| Figura 4. Pulidora de velocidad variable .....                                     | 27 |
| Figura 5. Partes de la pulidora de velocidad variable .....                        | 28 |
| Figura 6. Montadora de muestras .....  | 30 |
| Figura 7. Partes de la montadora de muestras. ....                                 | 30 |
| Figura 8. Desbastadora de doble banda .....  | 32 |
| Figura 9. Partes de la desbastadora de banda.....                                  | 32 |
| Figura 10. Estructura para el formato de hoja de vida de equipos.....              | 34 |
| Figura 11. Consumible PhenoCure .....  | 36 |
| Figura 12. Papel abrasivo o lija para pulidora .....                               | 37 |
| Figura 13. Paño para pulido .....  | 38 |
| Figura 14. Alúmina para el paño de pulido.....                                     | 38 |
| Figura 15. TransOptic Powder .....   | 40 |
| Figura 16. Lijas de la desbastadora de doble banda .....                           | 41 |

## LISTA DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Mapeo y conocimiento de equipos. ....  | 20 |
| Tabla 2. Diseño de estructura de la hoja de vida de equipos. ....                       | 20 |
| Tabla 3. Diseño de la hoja de vida de equipos. ....                                     | 21 |
| Tabla 4. Equipos del laboratorio de ingeniería de materiales. ....                      | 22 |
| Tabla 5. Especificaciones de la montadora de baquelita. ....                            | 34 |
| Tabla 6. Especificaciones de pulidora de velocidad variable. ....                       | 36 |
| Tabla 7. Especificaciones de montadora de muestras. ....                                | 39 |
| Tabla 8. Especificaciones de desbastadora de doble banda. ....                          | 40 |
| Tabla 9. Código SAP y elipse de los equipos. ....                                       | 42 |
| Tabla 10. Historial de mantenimiento de algunos equipos. ....                           | 42 |
| Tabla 11. Diseño hoja de vida de equipos (Cara frontal). ....                           | 44 |
| Tabla 12. Diseño de hoja de vida de equipos (Respaldo). ....                            | 45 |
| Tabla 13. Formato de hoja de vida de montadora de baquelita (cara frontal). ....        | 49 |
| Tabla 14. Formato de hoja de vida de montadora de baquelita (respaldo). ....            | 50 |
| Tabla 15. Recomendaciones de uso para la montadora de baquelita. ....                   | 51 |
| Tabla 16. Formato de hoja de vida pulidora velocidad constante 1 (cara frontal). ....   | 52 |
| Tabla 17. Formato de hoja de vida pulidora velocidad constante 1 (respaldo). ....       | 53 |
| Tabla 18. Formato de hoja de vida pulidora velocidad constante 2 (cara frontal). ....   | 54 |
| Tabla 19. Formato de hoja de vida pulidora velocidad constante 2 (respaldo). ....       | 55 |
| Tabla 20. Recomendaciones de uso para pulidoras de velocidad variable. ....             | 56 |
| Tabla 21. Formato de hoja de vida de montadora de muestras (cara frontal). ....         | 57 |
| Tabla 22. Formato de hoja de vida de montadora de muestras (respaldo). ....             | 58 |
| Tabla 23. Recomendaciones de uso para la montadora de muestras. ....                    | 59 |
| Tabla 24. Formato de hoja de vida de desbastadora de doble banda 1 (cara frontal). .... | 60 |
| Tabla 25. Formato de hoja de vida de desbastadora de doble banda 1 (respaldo). ....     | 61 |
| Tabla 26. Formato de hoja de vida de desbastadora de doble banda 2 (cara frontal). .... | 62 |
| Tabla 27. Formato de hoja de vida de desbastadora de doble banda 2 (respaldo). ....     | 63 |
| Tabla 28. Recomendaciones de uso para las desbastadoras de doble banda. ....            | 64 |

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene como objeto fundamental realizar las hojas de vida para los equipos del laboratorio de ingeniería de materiales ubicado en el Instituto Colombiano Del Petróleo (ICP). Las hojas de vida son expedientes donde se registran las características más importantes de los equipos y permiten el control total del ciclo de vida de los equipos, en ellas se registran los códigos de identificación, las especificaciones técnicas, las fallas comunes, los repuestos y los lubricantes usados por los equipos.

La primera etapa de este proyecto fue la realización de un mapeo de los equipos que se les ejecutó la hoja de vida, los cuales fueron: la montadora de baquelita, montadora de muestras, pulidora de velocidad variable y desbastadora de doble banda, todo esto con el fin de conocer funciones y procesos. Luego, se procedió con la definición de una metodología para la elaboración e implementación de las hojas de vida. De la misma forma, al conocer cada uno de los procesos y funciones de los equipos, se realizó la respectiva documentación para en última instancia reevaluar y refinar la hoja de vida de cada uno de estos.

Al finalizar este proyecto se hizo entrega de un formato revisado y evaluado junto con un documento anexo a cada uno de los equipos para la mejora de la gestión del mantenimiento en el laboratorio de ingeniería de materiales.

**Palabras claves:** Desbastadora, Hoja de vida, Metalografía, Montadora, Pulidora.

## INTRODUCCIÓN

En cada empresa o compañía se ve la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento con la finalidad de optimizar el uso de los recursos disponibles, y de esta manera reducir al mínimo los costos. La importancia de la gestión del mantenimiento radica en lo fundamental que éste es, pues se entiende por mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su óptimo funcionamiento a un coste mínimo.

En el Instituto Colombiano de Petróleo (ICP) se cuenta con un laboratorio de ingeniería de materiales en el cual hay equipos que constantemente desarrollan una labor importante, por lo tanto, es necesario que periódicamente se les haga mantenimiento y dejar una constancia de que dicho mantenimiento se llevó a cabo.

En vista de esto se ve la necesidad de la creación de formatos, los cuales puedan dar una información detallada sobre el mantenimiento, repuestos, elementos críticos y detalles técnicos de cada equipo, esto con la finalidad de que el operario o el personal que esté en el laboratorio cuente con dichos datos a la hora de usar el equipo. Incluso en dicho formato anexar el nombre del equipo, marca, modelo, serie y ubicación para la correcta identificación del equipo a terceros.

Esto demuestra la importancia de la realización de las hojas de vida, con estas se llega a gestionar la información más relevante de ciertos equipos con los que cuenta el laboratorio de ingeniería de materiales. En esta se relacionan, su respectiva ficha técnica y ubicación en el área.

En el desarrollo de estas hojas de vida se llevó a cabo un proceso que se podría remarcar en dos etapas. En la primera etapa, se recopiló toda la información de datos de los equipos con el fin de tener más claridad sobre el tipo de problemática que se conoce de estos a lo largo del proceso, basándose en información ya existente y en funcionamiento junto el personal del laboratorio para el conocimiento práctico de cada equipo y la frecuencia en que este es utilizado. Luego, en la segunda etapa se realizó el diseño y la implementación del formato elaborado para cada uno de los equipos.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cuando en una empresa se tiene numerosos equipos que cumplen una función importante para el desarrollo de actividades en un área específica, se es necesario llevar un control de estos, puesto que cualquier daño o fallo a la hora de operarlo puede resultar en un problema para el personal del área e incluso para terceros, como lo serían las personas que son beneficiadas por lo que se lleva a cabo allí.

El ICP se conforma de distintos laboratorios y uno de estos es el de ingeniería de materiales, este laboratorio desarrolla procesos importantes que benefician a Ecopetrol y a sus clientes respectivos. Procesos como la caracterización de materiales son vitales para el desarrollo de actividades de dicho laboratorio y para llevar a cabo cada función se necesitan equipos que estén en buen funcionamiento, para esto es necesario que haya una buena gestión de mantenimiento.

En vista de esto se vio la necesidad de la creación de formatos, los cuales pueden dar una información detallada sobre el mantenimiento, repuestos, elementos críticos y detalles técnicos de cada equipo, esto con el fin de que el operario o el personal que esté en el laboratorio cuente con dichos datos a la hora de usar el equipo. Incluso en dicho formato anexar el nombre del equipo, marca, modelo, serie y ubicación para la correcta identificación del equipo a terceros.

En definitiva, para dicha problemática se llevó a plantear la siguiente pregunta: ¿Qué metodología se puede usar para implementar hojas de vida de equipos y así mejorar la gestión de control para el mantenimiento de equipos del laboratorio de ingeniería de materiales del ICP?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

El laboratorio de Ingeniería de materiales del Instituto Colombiano del Petróleo (ICP) cuenta con una montadora de baquelita y otra montadora de muestras para la correcta manipulación de la probeta a la hora de llevar los procesos de metalografía y dureza, también posee dos desbastadoras de doble banda para desbastar dichas probetas y asimismo cuenta con dos pulidoras de velocidad variable para realizar el acabado de pulido fino y continuar con el proceso de caracterización del material. Estos equipos actualmente no cuentan con un registro de actividades de mantenimiento, por lo cual cada vez que se intervienen no se lleva control del proceso en el laboratorio. Al no contar con un sistema organizado de registro, cuando se presenta alguna falla no se tiene acceso a un buen soporte de información que permita gestionar de manera adecuada su mantenibilidad y una larga vida útil.

Esto es importante para la realización de las hojas de vida, con estas se puede gestionar la información más relevante de ciertos equipos con los que cuenta el laboratorio de ingeniería de materiales. En esta se relacionan, su respectiva ficha técnica y ubicación en el área.

La implementación de las hojas de vida facilita la gestión de mantenimiento de los equipos anteriormente mencionados, además de esto puede dar información detallada sobre el equipo y así darle al operario recomendaciones para el uso del equipo. Dicha recomendación sería para prevenir fallas o accidentes a la hora que el equipo esté en funcionamiento.

## 1.3. OBJETIVOS

### 1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar las hojas de vida de los equipos del laboratorio de ingeniería de materiales usando registros donde se documenten las características e información de las actividades de mantenimiento llevadas a cabo, con el fin de mejorar la disponibilidad y conservación de estos.

### 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y cuantificar los equipos con los que cuenta el laboratorio de ingeniería de materiales, realizando la verificación de los datos de los equipos.

- Recolectar información referente a las especificaciones técnicas, operacionales, de localización, cuidados especiales y de mantenimiento de cada uno de los equipos identificados.
- Diseñar los formatos de hojas de vida para los equipos teniendo en cuenta qué información es importante en el desarrollo del laboratorio.

#### 1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

En las empresas e industrias es importante tener un registro de todo lo que se lleva a cabo, desde el gasto mínimo hasta el máximo, en ese orden de ideas se vio la necesidad de crear un formato que contenga información sobre cada uno de los mantenimientos que se desarrollan en la empresa, como es el caso de la empresa Kraft Foods Planta Valencia, la cual es una empresa manufacturadora de alimentos que implementó las hojas de vida de equipos “existe la necesidad de reducir los costos de la sección de mantenimiento para poder mantener la rentabilidad del negocio y precios competitivos en los productos. Debido a esta situación se decidió buscar soluciones para mejorar la gestión de mantenimiento y de esta manera optimizar el uso de los recursos disponibles” (Luna Ferrer, 2006, pág. 12).

Pero ¿qué tan útil puede llegar a resultar una hoja de vida si no se tiene la información adecuada? Es por esto por lo que se tiene que hacer un análisis de los equipos que hay y si es necesario entrar en contacto con el fabricante del equipo para obtener la información pertinente, información que puede ser tan detallada como para que el operador o la persona que va a realizar el mantenimiento comprenda. “A través de este documento se identifican las características del equipo además de incluir la información del historial de los mantenimientos que se le han realizado a este ya sean correctivos o preventivos. Este documento también nos puede garantizar una forma correcta de realización del inventario del equipo y así nos sea más fácil el manejo de estos mismos” (Gutiérrez, 2015, pág. 10).

En el caso de equipos mecánicos (como muchos de los que están relacionados con el laboratorio de ingeniería de materiales) es fundamental que la hoja de vida cuente con información sobre los repuestos y lubricantes que se utilizan en el mantenimiento de dichos equipos, ya que en su mayoría suelen ser equipos exclusivos, que solamente el fabricante provea sus partes, lubricantes y consumibles. “Además en las hojas de vida deberían ser registrados los repuestos y lubricantes usados por los equipos para poder comprar o verificar la disponibilidad de repuestos necesarios en las tareas de mantenimiento programadas” (Luna Ferrer, 2006, pág. 12).

Es importante recalcar que lo dicho anteriormente va enfocado hacia la gestión y la elaboración de un formato para controlar el mantenimiento, puesto que cada intervención a cada equipo requiere de un orden y una información detallada de esta. A mediados del 2006 un venezolano llamado Francisco Antezana elaboró un Modelo de Gestión de Mantenimiento basada en una visión estratégica, concluyendo que “un enfoque estructurado permite mirar el mantenimiento desde una óptica organizada y centrada en la creación de valor” (Turmero José, 2014, pág. 1).

## 2. MARCOS REFERENCIALES

### 2.1.1. MARCO CONTEXTUAL

El Instituto Colombiano del Petróleo se encuentra ubicado en Piedecuesta, Santander y fue fundado en 1985 esta institución se encarga de la investigación, desarrollo, transferencia y aseguramiento de tecnologías y de conocimiento estratégicos que apalancen el valor de la operación y crecimiento óptimo de Ecopetrol. Su campo de acción abarca toda la cadena de valor de la empresa: exploración, producción, refinación, transporte, suministro y mercadeo, así como los temas de medio ambiente, de integridad y de automatización.

La investigación, el desarrollo e innovación en el ICP está organizado en nueve áreas tecnológicas, cuatro en exploración y producción (upstream), uno en transporte y logística (midstream), dos en el área de refinación y petroquímica (downstream) y dos que abordan toda la cadena productiva de Ecopetrol (transversales). Estos son los programas:

En Exploración y Producción:

1. Exploración cuencas Foreland. Se enfoca en el desarrollo de conceptos exploratorios e implementación de tecnologías que disminuyan la incertidumbre en las cuencas sedimentarias de Colombia del Grupo Ecopetrol, con énfasis en crudos pesados y extrapesados.
2. Sistemas petrolíferos offshore. Responsable de la generación de nuevo conocimiento geológico para la definición de modelos exploratorios costa afuera e incorporación de tecnologías que disminuyan la incertidumbre en las áreas del Grupo Empresarial.
3. Tecnologías para el incremento del factor de recobro. Se enfoca en diseñar e implantar pilotos de tecnologías de recobro secundario, mejorado y terciario que incrementen la recuperación eficiente y sostenible de hidrocarburos móviles y residuales, prolongando el límite económico de los yacimientos y generando valor a Ecopetrol.
4. Incremento de productividad de pozos. Se encarga de diseñar e implementar tecnologías de maximización de contacto de yacimiento y de mejoramiento de productividad de pozos, para incorporar petróleo móvil no contactado y reducir costos de desarrollo y de producción en los activos de crudos pesados y extrapesados y de shale gas. Transporte y logística
5. Transporte de hidrocarburos. Se enfoca en generar y adaptar tecnologías de aseguramiento de calidad y cantidad de productos en el proceso de transporte para apalancar el desarrollo de los negocios de la empresa.

Refinación y petroquímica:

6. Refinación de alta conversión y petroquímica. Es responsable de crear conocimiento, herramientas y tecnologías de incremento de rendimiento en diésel, conversión de fondos del barril y mejoramiento de la calidad de combustibles, que permitan mejorar el margen de refinación y desarrollar mejoradores de crudo.

7. Programa de diversificación energética. Comprende dos grandes áreas biocombustibles y eficiencia energética. En biocombustibles, desarrolla actividades de soporte tecnológico y estratégico a las unidades de Ecopetrol y sus filiales que participan de la cadena productiva del etanol y del biodiesel. En eficiencia energética, se hace modelamiento y optimización de la cadena de suministro de energía eléctrica a las unidades operativas de la compañía y se hace investigación sobre la aplicación de energía solar, eólica, geotérmica y de biomasa. Transversales:

8. Ecoeficiencia y optimización de activos. Se enfoca en desarrollar conocimiento, herramientas y tecnologías de aseguramiento de la condición estructural de la infraestructura, de evaluación y mitigación del impacto ambiental de las operaciones y de automatización y control.

9. Programa de Fisicoquímica Analítica. Busca mantener en el estado del arte las capacidades analíticas de los laboratorios del ICP, introduciendo y desarrollando nuevas metodologías para el soporte de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico. (Ecopetrol, 2011).

### **2.1.2. MARCO LEGAL**

Teniendo en cuenta que el ICP es un centro de investigación por medio del cual se beneficia ECOPETROL; existe normatividad como es la Ley 1118 de 2006, la cual consta de 11 artículos y por medio de ella se dispone la naturaleza jurídica de Ecopetrol y se regulan algunos aspectos de esta empresa.

### **2.1.3. MARCO TEORICO**

#### **2.1.3.1 GESTION DEL MANTENIMIENTO Y SUS OBJETIVOS.**

Según lo expuesto en esta propuesta y a medida en que se irá desarrollando lo plasmado se podrá establecer o determinar la relevancia de las hojas de vida de equipos, por cuanto a través de ellas se lleva una información detallada y actualizada de cada uno de los equipos en cuestión, el uso y la utilidad de estas se ven claramente reflejadas a la hora de hacerle mantenimiento ya sea correctivo o preventivo y así proporcionar más vida útil.

La aplicación de las hojas de vida de equipos es útil no solo en el ICP, sino también en diferentes empresas tanto nacionales como internacionales ya que en toda empresa de debe llevar a cabo un plan de mantenimiento.

Se entiende por mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones

necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su óptimo funcionamiento a un coste mínimo. El Mantenimiento es el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado. En los últimos años se ha comenzado a brindar mayor importancia a la planificación del mantenimiento de instalaciones y equipos, con el propósito de garantizar su confiabilidad operacional y así mantener los niveles de producción de acuerdo con los requerimientos de cada empresa; además de satisfacer la necesidad de prolongar la vida útil de los equipos.

Los objetivos del mantenimiento son los siguientes:

- Reducir de los costos de operación.
- Optimizar la disponibilidad y eficacia de los equipos e instalaciones para la producción. La disponibilidad es la fracción de tiempo en que los equipos están en condiciones de servicio y la eficacia es la fracción de tiempo en que su servicio resulta efectivo para la producción.
- Incrementar la vida útil de los equipos e instalaciones de la empresa.
- Maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles para la función de mantenimiento.
- Mejorar la fiabilidad y seguridad de las operaciones de la planta.
- Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar el mantenimiento de las nuevas instalaciones. (De Bona JM, 1999, pág. 5)

### **2.1.3.2 NORMATIVA QUE RIGE LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETROLEO**

Algunos de los laboratorios del ICP tienen su propia acreditación; los laboratorios de caracterización y evaluación de crudos, espectroscopía, cromatografía, motores, catálisis, aguas y suelos, biotecnología, metrología, ingeniería de materiales, fenómenos interfaciales y reología se encuentran acreditados ante el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) de acuerdo con la resolución 09-LAB-03 de 2010-02-16, bajo la Norma ISO/IEC 17025:2005. Adicionalmente, los laboratorios de aguas y suelos, cromatografía, espectroscopía y biotecnología están acreditados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM, 2017).

La Norma ISO 17025 proporciona los requisitos necesarios que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración, facilitando la armonización de criterios de calidad. El objetivo principal de ésta es garantizar la competencia técnica y la fiabilidad de los resultados analíticos. La norma contiene tanto requisitos de Gestión como requisitos Técnicos que inciden sobre la mejora de la calidad del trabajo realizado en los laboratorios. Favoreciendo la creación de un conocimiento colectivo, que facilita la integración del personal, y un profundo conocimiento interno de la organización, proporcionando flexibilidad en la adaptación a necesidades y cambios del entorno. Estos

requisitos son empleados como herramientas para la difusión de un conocimiento colectivo, que facilita la integración del personal, proporciona flexibilidad en la adaptación a cambios del entorno y permite detectar problemas para su resolución anticipada. Finalmente, la Acreditación del Laboratorio será el reconocimiento formal de la competencia y capacidad Técnica para llevar a cabo análisis específicos (ICSA).

### 3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

#### 3.1. Etapa de mapeo y conocimiento de equipos.

En esta etapa, tal y como se describe en la tabla 1, se buscó conocer el laboratorio y los equipos que allí se encuentran, por lo cual se pudo ubicar cada uno en las distintas áreas que abarca el laboratorio de ingeniería de materiales. Así mismo se halló cada manual respectivo del equipo para poder conocer a fondo los detalles técnicos y la información del fabricante. Por último, junto con el personal del laboratorio se operó cada equipo para conocer su funcionamiento, sus principales componentes y los elementos críticos.

Tabla 1. Mapeo y conocimiento de equipos.

|   |
|---|
| 2.1.1 Inventario de los equipos del laboratorio de materiales y su respectiva ubicación.  |
| 2.1.2 Búsqueda de información de cada uno de los equipos (manuales técnicos y de servicio, información en la página de proveedor, etc.) |
| 2.1.3 Conocimiento del funcionamiento de cada uno de los equipos.   |
| 2.1.4 Establecer los principales componentes o elementos críticos de cada equipo  |

Fuente: Autor

#### 3.2. Etapa de diseño de estructura y compilación de datos que irán en la hoja de vida de equipos.

En la tabla 2 se describe el desarrollo de esta etapa, en la cual se pudo recolectar información de cuidados para los equipos en cuestión, así mismo, las recomendaciones para que estos tengan una larga vida útil. Con ayuda de los operarios se llegó a conocer los consumibles necesarios para cada proceso de operación, y de igual manera se entendió cuál es el estado de cada uno de los equipos según la función que ejerce dentro del laboratorio de ingeniería de materiales.

Tabla 2. Diseño de estructura de la hoja de vida de equipos.

|   |
|---|
| 2.2.1 Recolección de información sobre la limpieza de cada equipo y recomendaciones de uso. |
| 2.2.2 Recopilación de consumibles del equipo como lubricantes, químicos, reactivos, etc.    |
| 2.2.3 Entender en qué estado se encuentra el equipo; si está en servicio o no.              |

Fuente: Autor

#### 3.3. Etapa de diseño de la hoja de vida de equipos.

En la etapa de diseño de la hoja de vida de equipos (tabla 3), se ejecutó el proceso de selección de toda la información recolectada en las etapas anteriores, esto con el fin de

que el formato abarcara todas las necesidades del personal del laboratorio de ingeniería de materiales a la hora de operar cada equipo y de igual manera a la hora de gestionar el respectivo mantenimiento para cada uno de estos. También se dio a la tarea de buscar información de historiales, intervenciones y códigos de mantenimiento con el personal que lleva a cabo este proceso dentro del ICP. Ya con toda la información seleccionada, se diseñó el formato de la hoja de vida de equipos y además se anexó una serie de recomendaciones para el cuidado de cada uno de estos dentro del laboratorio de ingeniería de materiales.

Tabla 3. Diseño de la hoja de vida de equipos.

|   |
|---|
| 2.3.1 Selección de la información encontrada sobre cada equipo.   |
| 2.3.2 Anexo de intervenciones realizadas a cada equipo por el personal de mantenimiento.                    |
| 2.3.3 Diseño de formato que incluya información detallada y comprensible sobre cada equipo del laboratorio. |

Fuente: Autor

## 4. RESULTADOS

### 4.1. CONOCIMIENTO DE EQUIPOS

En la tabla 4 se muestran los equipos que se le desarrollaron las hojas de vida en el laboratorio de ingeniería de materiales.

Tabla 4. Equipos del laboratorio de ingeniería de materiales

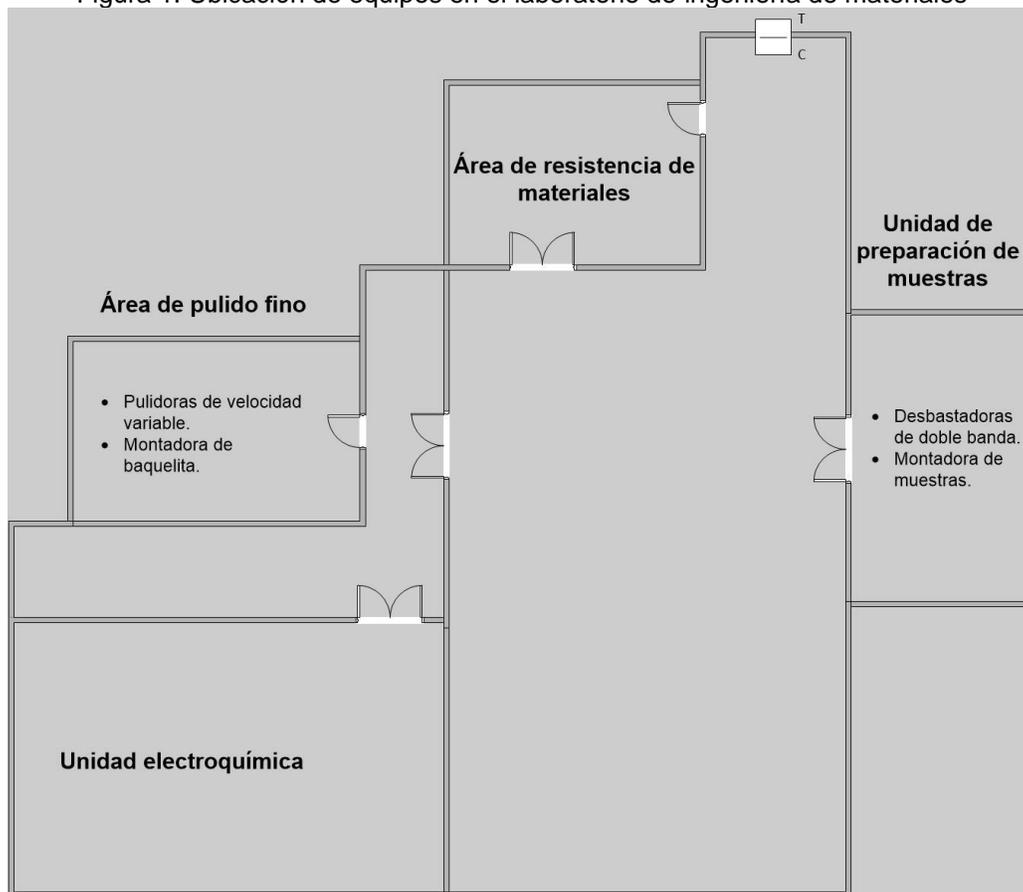
| EQUIPOS   |   |
|---|---|
|    | <p>Equipo: Montadora de baquelita<br/>           Marca: Buehler<br/>           Modelo: Simplimet 3000/20-1435<br/>           Número de serie: 653-NST-00480<br/>           Número de inventario: 5069478<br/>           Fabricante: Buehler<br/>           Fabricado en: EE. UU.<br/>           Proveedor: Arotec<br/>           Contacto: Germán Zabala<br/>           Ciudad: Bogotá<br/>           Teléfono: (571) 2887799<br/>           E-mail: ventas@arotec.com.co</p>   |
|   | <p>Equipo: Pulidora velocidad variable<br/>           Marca: Buehler<br/>           Modelo: Ecomet 300/49-7210<br/>           Número de serie: 680-E30G-00172<br/>           Número de inventario: 6015973<br/>           Fabricante: Buehler<br/>           Fabricado en: EE. UU.<br/>           Proveedor: Arotec<br/>           Contacto: Germán Zabala<br/>           Ciudad: Bogotá<br/>           Teléfono: (571) 2887799<br/>           E-mail: ventas@arotec.com.co</p> |
|  | <p>Equipo: Pulidora velocidad variable<br/>           Marca: Buehler<br/>           Modelo: Ecomet 300/49-7210<br/>           Número de serie: 680-E30G-00173<br/>           Número de inventario: 6015973<br/>           Fabricante: Buehler<br/>           Fabricado en: EE. UU.<br/>           Proveedor: Arotec<br/>           Contacto: Germán Zabala<br/>           Ciudad: Bogotá<br/>           Teléfono: (571) 2887799<br/>           E-mail: ventas@arotec.com.co</p> |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  |    | <p>Equipo: Montadora de muestras<br/>         Marca: Buehler<br/>         Modelo: Pneumet 3<br/>         Número de serie: 436-PNM-115<br/>         Número de inventario: 5062043<br/>         Fabricante: Buehler<br/>         Fabricado en: U.S.A<br/>         Proveedor: Arotec<br/>         Contacto: Carlos Eduardo Castro<br/>         Ciudad: Bogotá<br/>         Teléfono: 288 77 99<br/>         E-mail: carlosecastro@arotec.net</p>                   |
|  |   | <p>Equipo: Desbastadora de doble banda<br/>         Marca: Buehler<br/>         Modelo: 166-1290 Duomet II<br/>         Número de serie: 434-NDMT-01300<br/>         Número de inventario: 5062044<br/>         Fabricante: Buehler<br/>         Fabricado en: U.S.A<br/>         Proveedor: Arotec<br/>         Contacto: Carlos Eduardo Castro<br/>         Ciudad: Bogotá<br/>         Teléfono: 288 77 99<br/>         E-mail: carlosecastro@arotec.net</p> |
|  |  | <p>Equipo: Desbastadora de doble banda<br/>         Marca: Buehler<br/>         Modelo: 166-1290 Duomet II<br/>         Número de serie: 434-NDMT-01300<br/>         Número de inventario: 6022773<br/>         Fabricante: Buehler<br/>         Fabricado en: U.S.A<br/>         Proveedor: Arotec<br/>         Contacto: Carlos Eduardo Castro<br/>         Ciudad: Bogotá<br/>         Teléfono: 288 77 99<br/>         E-mail: carlosecastro@arotec.net</p> |

Fuente: Autor

En la figura 1 se muestra la ubicación de los equipos en las distintas áreas que está dividido el laboratorio de ingeniería de materiales.

Figura 1. Ubicación de equipos en el laboratorio de ingeniería de materiales



Fuente: Autor

#### 4.1.1. Montadora de baquelita

La prensa de montaje automática SimpliMet® 3000 (figura 2) es una prensa duradera con características básicas que proporciona un montaje efectivo, aumenta la productividad y la consistencia de la muestra frente a las prensas de montaje manual. La operación electrohidráulica no requiere aire. Las características mejoradas incluyen 25 métodos definibles por el usuario y parámetros termoplásticos. La prensa de montaje SimpliMet 3000 simplifica el montaje en cualquier laboratorio con operación completamente automática y una variedad de tamaños de moldes. La prensa electrohidráulica con controles táctiles permite a los operadores atender otras tareas durante el ciclo de montaje. (Buehler, 2006, pág. 2)

Figura 2. Montadora de baquelita



Fuente: Autor

Figura 3. Partes de la montadora de baquelita.



Fuente: Autor

### Funcionamiento:

SimpliMet 3000 se utiliza para montar muestras con una variedad de resinas de montaje de compresión. Los cilindros de molde están diseñados para montaje simple o doble.

Antes de empezar la configuración inicial del equipo es indispensable observar si el ensamble del carnero superior (el cual se muestra en la figura 3) esté debidamente instalado ya que si no lo está afectará el correcto funcionamiento del equipo. Luego de asegurar de que el equipo esté en condiciones para ser operado, se debe conectar el equipo a un suministro eléctrico. A continuación, se procede a encender el equipo pulsando el botón de encendido 6, esta acción se verá reflejada al iluminarse la pantalla LCD y mostrará los parámetros predeterminados.

Hay varios campos de parámetros disponibles. Se debe pulsar el botón de desplazamiento de parámetros 10 para desplazarse por la pantalla LCD y visualizar los diferentes parámetros. En el primer campo se podrá controlar parámetros como tiempo de calor, tiempo de enfriamiento y presión; en el segundo campo se podrá variar parámetros como temperatura, presión de precarga y tamaño de molde; en el tercer campo se podrá visualizar parámetros como unidades, idioma y método de cargado. Todos estos campos hacen parte de la configuración inicial del equipo.

Con la configuración inicial definida se podrá llevar a cabo la operación del equipo, para esto el panel de control está dividido en dos niveles, en el nivel uno se podrá seleccionar las opciones de inicio de ciclo, movimiento del carnero o de RAM, refrigeración manual y termoplástico; en el nivel dos se podrá seleccionar la opción de guardar el método o cargarlo. Después de conocer para que funciona cada una de estas opciones se selecciona el movimiento del carnero y se sube el carnero inferior 1 a la parte superior del cilindro de molde, para mejor funcionamiento a la hora de iniciar el ciclo se debe limpiar los dos carneros (superior e inferior) con Release Agent; luego se procede a centrar la muestra en el carnero inferior para luego pulsar el movimiento del carnero para bajarlo y agregar el material con el cual se hará el montaje. Para finalizar el montaje inicial se debe empujar hacia abajo el cierre de molde 2 y bloquearlo para luego girar 45 grados hacia la derecha.

Al iniciar el ciclo de montaje se debe presionar el botón de movimiento de carnero y subir el carnero inferior a la parte superior del cilindro de molde. Luego se presiona el botón que da la opción de inicio de ciclo, a continuación, la pantalla mostrará presurizar y de ahí en adelante la prensa funcionará en automático hasta que se complete el ciclo de curado. Una vez que la prensa esté presurizando la pantalla LCD cambiará para mostrar precalentamiento y en este punto la temperatura aumentará para mostrar la temperatura indicada en la configuración inicial, cuando se alcanza el valor de la temperatura empezará la cuenta regresiva del tiempo de calor y la temperatura permanecerá constante en este proceso. Cuando se termine el tiempo de calor empezará el ciclo de enfriamiento, en este proceso se libera vapor en la parte superior del equipo y la pantalla mostrará despresurizar, luego sonará un timbre indicando que el tiempo de enfriamiento ha finalizado. Cuando se complete el ciclo se debe girar el cierre de molde al sentido contrario en que se giró, luego se debe presionar el movimiento del carnero para elevarlo con el soporte, se procede a girar el brazo del cierre de molde y por último se retira el

soporte curado. Finalizado el proceso la prensa quedará lista para procesar una nueva montura.

### Componentes o elementos críticos del equipo:

- Pantalla LCD.
- Válvula de ventilación
- Manguera de drenaje
- Manguera de agua
- Filtros de agua
- Mango de bayoneta

#### 4.1.2. Pulidora de velocidad variable

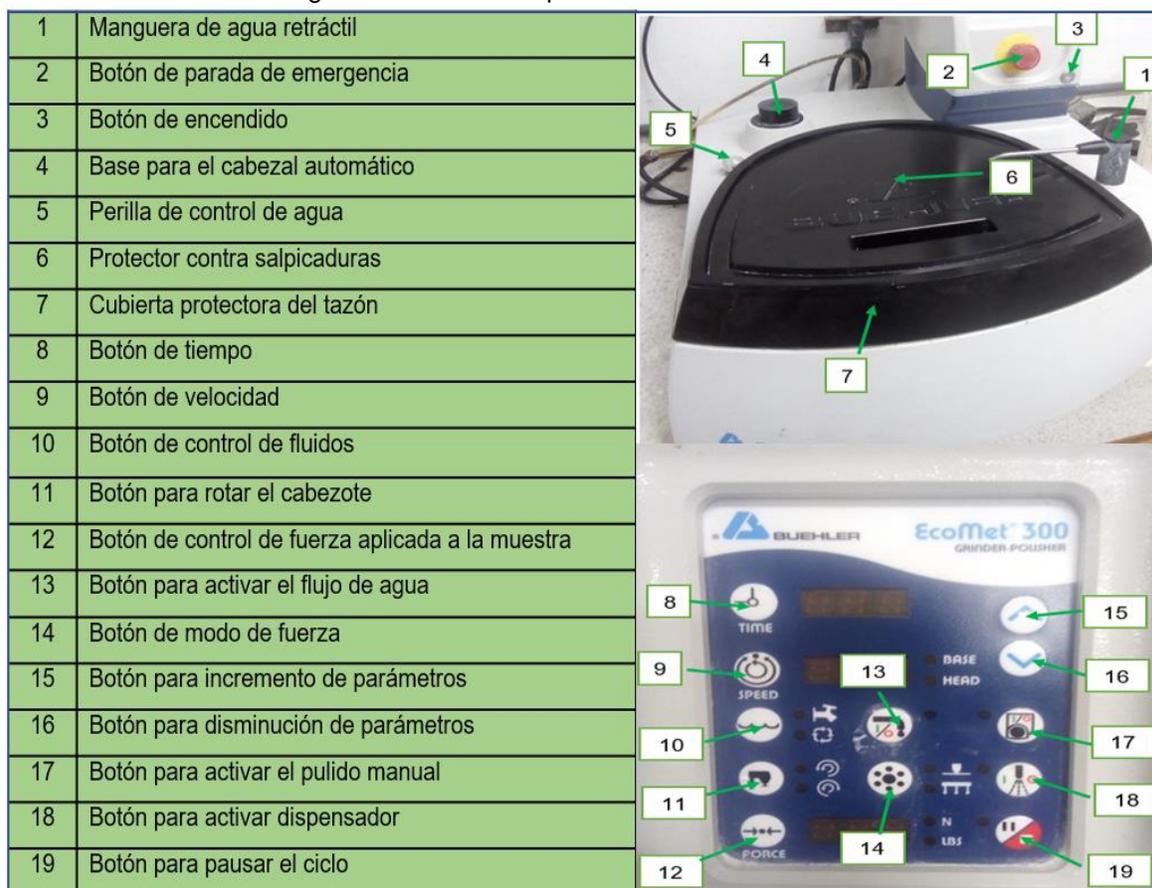
La pulidora de velocidad variable Ecomet 300 (figura 4) ha sido diseñada para la preparación manual o automatizada de muestras. La máquina está diseñada con enfriamiento de la platina para ayudar a minimizar la acumulación de calor de la platina y reducir la deformación de la muestra en el uso pesado. La boquilla de control de flujo de agua ajustable se puede colocar en cualquier lugar sobre la platina durante la preparación y tiene una manguera de agua retráctil y almacenable con una tensión de resorte mínima para permitir al operador la libertad de rociar agua donde se elija para la limpieza. El exclusivo sistema de enjuague del tazón de 360 grados ayuda a limpiar todo el tazón durante el esmerilado y pulido. La base se puede actualizar a un sistema de preparación de muestras semiautomático con la adición de un cabezal de potencia AutoMet 300, cabe aclarar que el funcionamiento automático en el laboratorio de ingeniería de materiales no está disponible en este momento, por lo que su funcionamiento es plenamente manual. (Buehler, 2009, pág. 2)

Figura 4. Pulidora de velocidad variable



Fuente: Autor

Figura 5. Partes de la pulidora de velocidad variable



Fuente: Autor

### Funcionamiento de la pulidora de velocidad variable:

EcoMet300 es una máquina que puede proporcionar pulido mecánico de la superficie de la muestra utilizando diferentes tamaños de compuesto acuoso correspondiente a diferentes tipos de tela de pulido, hasta el punto de dejarlo como un espejo para así realizar pruebas metalográficas. Para su funcionamiento es primordial conocer cada una de sus partes (figura 5) y su papel en la operación del equipo.

En primera instancia se debe conectar el equipo a la corriente eléctrica, posterior a esto se enciende la alimentación principal en la parte posterior, se debe comprobar que está

encendido puesto que el botón 3 se ilumina de color azul. Se procede a configurar los parámetros iniciales; es decir: el tiempo, velocidad, control de fluido, etc. Luego se hace un breve análisis de la probeta que se quiere pulir, puesto que se debe tener el conocimiento de qué lija se va a utilizar para el procedimiento. En el caso del laboratorio de ingeniería de materiales, como ya se explicó anteriormente en este documento, el uso es plenamente manual así que después de configurar los parámetros se inserta la platina con la lija correspondiente, en este caso se empieza desde la número 120 y se prosigue a utilizar el siguiente orden: 120, 180, 240, 320, 400 y 600. El procedimiento debe ser cuidadoso, ya que si no se efectúa debidamente se es necesario volver a empezar.

Cuando se finaliza el proceso de pulido con las lijas, se extrae la platina con su respectiva lija y se inserta una platina tipo paño; en el laboratorio se cuenta con paños de 0.05, 0.3 y 1 micras, el uso de cada uno de estos tamaños pueden variar según el material y la microestructura de este, también cabe aclarar que para pulir se utiliza alúmina, la cual también está distribuida en los tamaños del paño. Hay que destacar que el proceso de pulido con lija y con paño debe ser controlado con agua, la cual surge de la manguera retráctil 1 y se controla su flujo con la perilla de control 5. Al finalizar el proceso de pulido con paño se debe analizar la muestra constantemente hasta que se pueda ver en la estructura de la probeta como si esta fuera un espejo.

#### **Componentes o elementos críticos del equipo:**

- Motor de 1500 W.
- Membrana de panel de control.
- Rueda de la platina.

#### **4.1.3. Montadora de muestras**

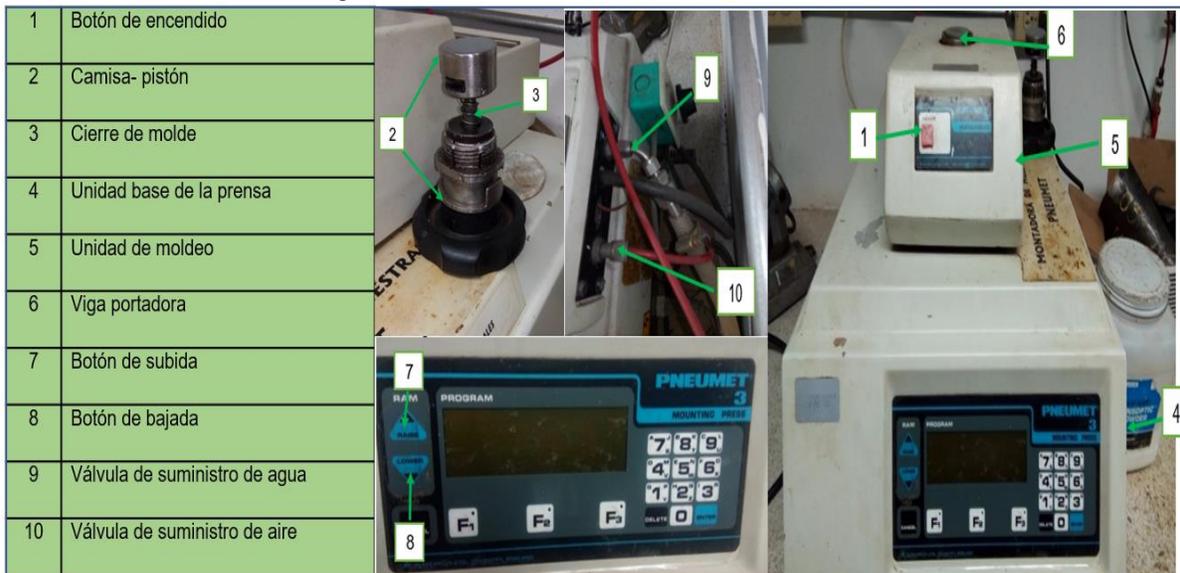
La prensa de montaje automática controlada por microprocesador PNEUMET 3 (figura 6), operada por aire, brinda una nueva dimensión al moldeo por compresión rápido y de alta calidad para el análisis microestructural. Este equipo ofrece 28 secuencias de moldeo preprogramadas entre las que puede elegir un operador, para proporcionar lo último en ahorro de tiempo, operación conveniente. (Buehler, 1983, pág. 31)

Figura 6. Montadora de muestras



Fuente: Autor

Figura 7. Partes de la montadora de muestras.



Fuente: Autor

### Funcionamiento de la montadora de muestras:

El funcionamiento de la montadora de muestras es sencillo, el operador simplemente carga la prensa, selecciona el número de programa para su aplicación en función del tamaño del molde y el compuesto de moldeo que se está utilizando, presiona el interruptor de almohadilla de inicio del ciclo y regresa cuando se completa la secuencia de moldeo

programada. No se requiere supervisión del proceso de moldeo, lo que permite al personal del laboratorio realizar otras actividades. El tiempo total del ciclo desde el inicio hasta la ejecución de una montura fría completa tarda de 7 a 9 minutos. La expulsión de una montura fría elimina la manipulación de muestras calientes o componentes de prensa. En la figura 7 se muestran las partes de la montadora de muestras.

En el primer funcionamiento del equipo se debe verificar que el equipo esté conectado a la fuente de energía adecuada, luego se enciende el equipo con el botón de encendido 1, se procede a abrir las válvulas de suministro de agua para la refrigeración y de aire; hasta este punto se selecciona el conjunto de camisa-pistón 2 de acuerdo con el tamaño de las muestras que se van a realizar. Después de escoger el conjunto adecuado para la muestra se ubica la muestra a montar sobre el pistón inferior y se baja el eje del pistón inferior pulsando el botón de bajada 7; luego se necesita precisión ya que se debe adicionar una cantidad apropiada de resina seleccionada y esto se lleva a cabo de acuerdo con la altura de las muestras. A continuación, se debe asegurar la tapa de la camisa enroscándola y asegurando los dos chaveteros de roscado, luego se debe seleccionar el número de programa a utilizar de acuerdo al tamaño del conjunto camisa-pistón y al tipo de resina utilizada pulsando F1 y digitando los números del tablero de control del equipo, que por lo regular en el laboratorio de ingeniería de materiales se utiliza la programación número 17, luego para correr el programa seleccionado se pulsa el botón F3. Finalizado el proceso de montaje, el equipo activa su alarma para que se realice el desmontaje de la muestra, por lo cual se debe desenroscar la tapa de la camisa y se sube el pistón con la tecla de subida 7, por último, se retira la muestra y se limpia los residuos que queda sobre la camisa-pistón.

Al buscar una mejor seguridad en el área, se recomienda apagar el equipo y cerrar las válvulas de suministro de agua y de aire.

#### **Componentes o elementos críticos del equipo:**

- Pantalla LCD.
- Camisa-pistón.
- Viga portadora

#### **4.1.4. Desbastadora de doble banda**

La desbastadora de doble banda (figura 8) es muy útil para las actividades que se llevan a cabo en el laboratorio de materiales, las superficies de banda DuoMet 2 hacen que el pulido de muestras metalográficas o espectrográficas sea fácil y eficiente. Disponibles en unidades de correa doble y cuenta con un motor de 373 W y motores con fusibles de servicio pesado para una durabilidad y rendimiento superiores. Las placas de desgaste de acero inoxidable reemplazables están diseñadas para maximizar la vida útil de la máquina. Los controles separados de lavado y refrigerante de la correa garantizan la eliminación adecuada de las partículas de la cinta de molienda, para una acción de corte

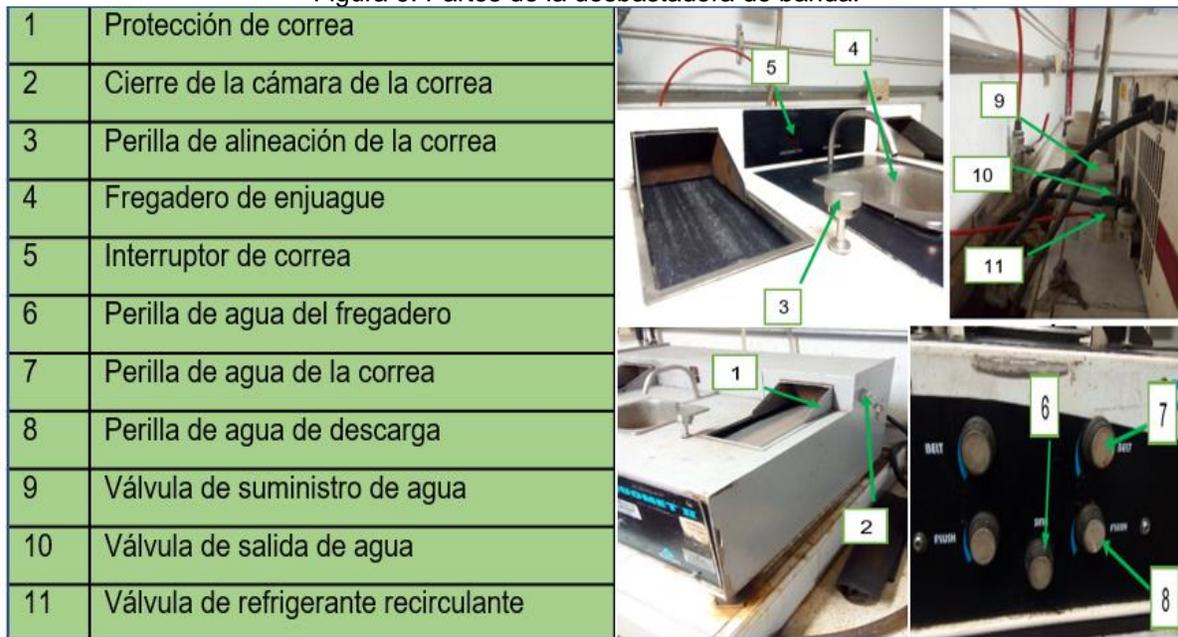
eficiente, al tiempo que proporcionan un enfriamiento crítico de la muestra. El fregadero de acero inoxidable con grifo permite la conveniencia de moler y lavar rápidamente la muestra en un solo lugar; Esta característica es particularmente útil entre los pasos de molienda gruesa y fina y para aplicaciones de producción. (Buehler 2006, pág. 2)

Figura 8. Desbastadora de doble banda



Fuente: Autor

Figura 9. Partes de la desbastadora de banda.



Fuente: Autor

### Funcionamiento de la desbastadora de banda:

ELABORADO POR:  
Oficina de Investigaciones

REVISADO POR:  
soporte al sistema integrado de gestión

APROBADO POR : Asesor de planeación  
FECHA APROBACION:

Antes de empezar a operar la desbastadora es importante verificar que la máquina se encuentre conectada a la fuente de energía adecuada, de igual manera se debe comprobar el estado de las lijas pues si están desgastadas o si se tiene instalada un número de lija diferente al que se va a usar se debe proceder al cambio. En la figura 9 se muestran las partes de la desbastadora de doble banda.

Después de verificar la conexión y el estado de las lijas se abre la válvula de suministro de agua para refrigeración de la muestra, luego de esto se enciende el equipo con el respectivo interruptor de correa 5. Al realizar cada uno de estos pasos ya se puede empezar a desbastar la muestra; se empieza con el número de lija seleccionado según el material y la superficie de este y se va cambiando de lija cada vez que sea necesario. En el proceso de desbaste es importante mantener la regularidad del agua que fluye a través de la lija con la perilla de agua de la correa 7 e igualmente la perilla de agua de descarga 8.

Cada vez que se desbasta la muestra es importante abrir el fregadero con su respectiva perilla 6 para quitar los granos que quedan durante el proceso, pues de no hacerlo se verá afectada la muestra durante el cambio de lija.

#### **Componentes o elementos críticos del equipo**

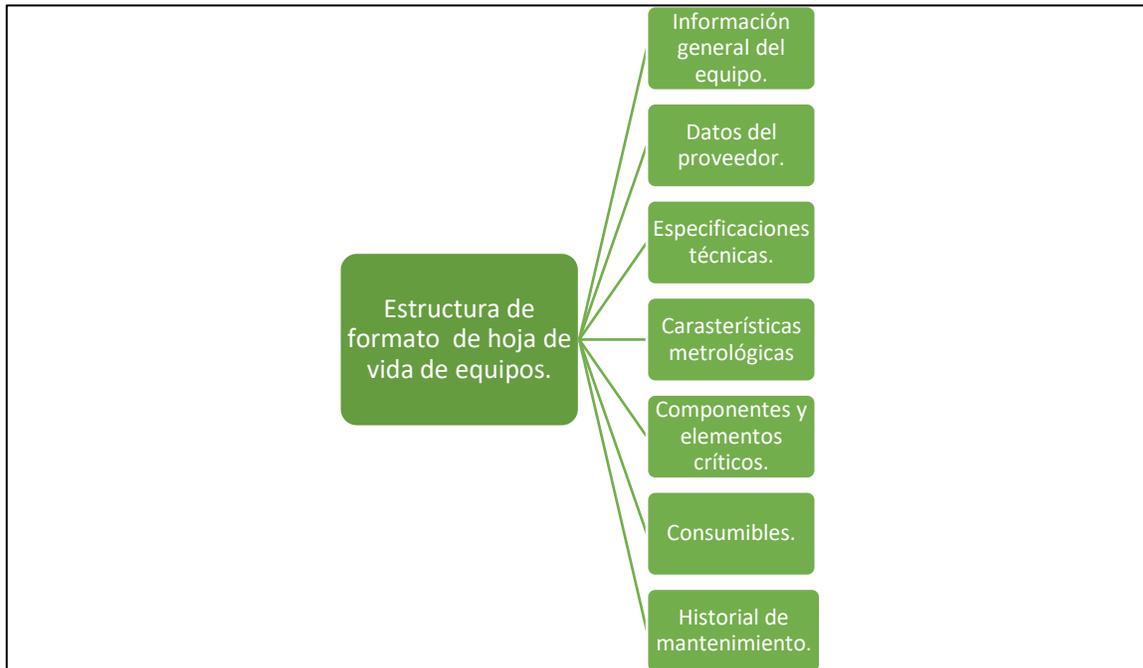
- Motor de 373 W.
- Correa abrasiva.
- Motores con fusibles.

#### **4.2. ETAPA DE DISEÑO DE ESTRUCTURA Y COMPILACIÓN DE DATOS EN LA HOJA DE VIDA DE EQUIPOS.**

**Para** el desarrollo del formato de la hoja de vida de equipos, se debe recolectar información que pueda establecer los criterios de mantenimiento. También un anexo de datos de conocimiento general del equipo.

En la figura 10 se puede ver la estructura que será utilizada al desarrollar el formato de hoja de vida de equipos.

Figura 10. Estructura para el formato de hoja de vida de equipos.



Fuente: Autor

A continuación, se hará un recorrido por cada uno de los equipos describiendo información acorde a lo mencionado anteriormente.

#### 4.2.1. Montadora de baquelita

En la tabla 5 se describen las especificaciones de la montadora de baquelita.

Tabla 5. Especificaciones de la montadora de baquelita

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Dimensiones             | <b>405 mm x 520 mm x 580 mm</b>  |
| Conexión eléctrica      | 85 – 264 VAC<br><br>1500 watt en 220V de red<br>1500 watt en 115V de red<br>1200 watt en 100V de red |
| Frecuencia              | 50-60 Hz   |
| Control de voltaje      | 24 VDC   |
| Decibeles               | 70 db  |
| Presión de moldeo       | 1200-4400 psi en incremento de 100 psi<br>80-300 bar en incremento de 5 bar                          |
| Temperatura de moldeo   | 150°C-180°C  |
| Diámetros del molde     | 25 mm; 30 mm; 40 mm; 50 mm   |
| Tiempo de calentamiento | 0-20 minutos en incremento de 10 seg   |
| Tiempo de enfriamiento  | 0-30 minutos en incremento de 10 seg   |
| Peso                    | 33 kg  |

Fuente: Autor

### **Limpieza del equipo y recomendaciones de uso:**

- Usar gafas de seguridad. Los desechos y líquidos que vuelan pueden causar lesiones oculares graves.
- Vestirse apropiadamente. No usar ropa suelta o joyas y contener el cabello largo. Pueden quedar atrapados en partes móviles y pueden provocar lesiones personales graves.
- Se debe usar equipo de protección para manipular las muestras, que pueden estar afiladas o calientes. En su defecto, guantes de nitrilo.
- No operar la máquina en atmósferas explosivas, como en presencia de líquidos inflamables, gases o polvo. Las chispas pueden encender el polvo o los humos.}
- Solo el personal de reparación calificado debe realizar el servicio de la máquina. El servicio o mantenimiento realizado por personal no calificado podría ocasionar un riesgo de lesiones.
- Reemplazar las piezas dañadas o defectuosas de inmediato y usar solo piezas de repuesto idénticas. El uso de piezas no autorizadas o el incumplimiento de las instrucciones de mantenimiento puede crear un riesgo de descarga eléctrica o lesiones.
- Limpiar las superficies de trabajo del ensamblaje del molde con Release Agent para mantener una operación suave.
- Revisar el carnero superior y los cilindros por daños y cualquier resina dura. Retirar cualquier resina con un raspador suave o frotando con un agente de liberación.
- Verificar que no haya bordes rebajados que puedan evitar que el carnero se ajuste al cilindro o que provoque una tensión excesiva. Las rebabas se pueden eliminar llenando cuidadosamente el borde con una lima fina o papel abrasivo.

### **Consumibles del equipo:**

Los consumibles de la montadora de baquelita son para el montaje de compresión, en otras palabras, son las sustancias que se utilizan para que el proceso de montaje de la muestra pueda ser desarrollado correctamente.

En el laboratorio de ingeniería de materiales se utiliza PhenoCure verde de 5 lb (figura 11), este es un consumible para el montaje de compresión el cual requiere de calor y presión para encapsular la muestra, dicho proceso protege y preserva los bordes de la muestra durante el proceso de preparación.

Figura 11. Consumible PhenoCure.

|  | Propiedades del PhenoCure |             |
|--|---------------------------|-------------|
|  | Color                     | Verde       |
|  | Tamaño del contenedor     | 5 lb-2.3 kg |
|  | Producto                  | PhenoCure   |
|  | Tipo                      | Polvo       |

Fuente: Autor

#### Estado del equipo:

La montadora de baquelita actualmente se encuentra funcional y en estado óptimo y las muestras embutidas por el equipo cumplen con las características exigidas para el proceso de caracterización del material para desempeñar con las tareas pertinentes para el análisis de falla de cada material.

#### 4.2.2. Pulidora de velocidad variable

En la tabla 6 se describen las especificaciones de la pulidora de velocidad variable.

Tabla 6. Especificaciones de pulidora de velocidad variable

|                       |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Voltaje               | <b>170-264 VAC</b>                  |
| Frecuencia            | 60 Hz                               |
| Potencia del motor    | 1500 watts                          |
| Velocidad de la rueda | 10-400 rpm, en incremento de 10 rpm |
| Presión del agua      | 40-100 psi (2.8-6.9 bar)            |
| Uso de energía        | 2.3 kW, 10 A a 230 VAC              |
| Decibeles             | 51.5 db a 100 rpm                   |
| Peso                  | 58 kg                               |

Fuente: Autor

#### Limpieza del equipo y recomendaciones de uso:

- Aumente la fuerza gradualmente. No aumentar la fuerza con el peso mayor a 20 lb.

- Realizar el cambio de lija en la rueda de la platina únicamente cuando el equipo no se encuentre en el proceso de pulido.
- Si la muestra tiene una forma irregular, es decir que hayan bordes de baquelita, se debe pulir la esquina afilada con lija antes de unir la oblea para evitar daños en el paño de pulido.
- Utilizar gafas para evitar que residuos de la muestra en el proceso de pulido causen lesiones oculares.
- Procurar el uso de guantes, puesto que cuando se está puliendo la muestra en la platina con la lija se puede generar accidentes en las manos y dedos.
- Antes de usar el paño de pulido, es preferible limpiarlo con un cepillo de lavar junto con jabón, puesto que si no se limpia se puede ver afectada la probeta o muestra durante el proceso de pulido.

### Consumibles del equipo:

En la pulidora de velocidad variable se utiliza papel abrasivo (más conocido como lija) y el óxido de aluminio o alúmina, puesto que éste último tiene aplicación como abrasivo en muchos procesos de acabado, pulido y mecanizado en la industria.

Figura 12. Papel abrasivo o lija para pulidora



Fuente: Autor

En la figura 12 se puede visualizar la lija utilizada para la pulidora de velocidad variable, los diferentes tipos de lija utilizados en el laboratorio de ingeniería de materiales son de 120, 180, 240, 320, 400 y 600; y se finaliza con el paño de pulido que se puede ver en la figura 13, los diferentes tipos de paño utilizados son de 0.05, 0.3 y 1 micras.

Figura 13. Paño para pulido



Fuente: Autor

Figura 14. Alúmina para el paño de pulido

|  |                                  |                             |
|--|----------------------------------|-----------------------------|
|  | <b>Propiedades de la alúmina</b> |                             |
|  | <b>Producto</b>                  | MicroPolish                 |
|  | <b>Material abrasivo</b>         | Alúmina                     |
|  | <b>Tamaño del contenedor</b>     | 1lb (0.45 kg)               |
|  | <b>Tamaño de micras</b>          | 0.05, 0.3 y 1 $\mu\text{m}$ |
|  | <b>Tipo</b>                      | Polvo                       |

Fuente: Autor

En la figura 14 se puede ver los tres tipos de alúmina utilizados en el laboratorio de ingeniería de materiales, dado a que la alúmina se vierte sobre el paño de pulido es importante mezclar la alúmina con agua destilada para que no haya inconvenientes a la hora de realizar el proceso de pulido fino.

### Estado del equipo:

En el laboratorio de ingeniería de materiales, en el área de pulido fino, se encuentran dos pulidoras de velocidad variable las cuales en el momento se encuentran en buen estado,

puesto que a la hora de pulir cada una de las muestras, ya sea para realizarle proceso de metalografía, dureza o composición química lo hace en buenas condiciones y la velocidad de pulido está en estado óptimo. Sin embargo, es importante realizar un mantenimiento preventivo constante ya que estos equipos necesitan de limpieza y lubricación continua.

### 4.2.3. Montadora de muestras

En la tabla 7 se describen las especificaciones de la montadora de muestras.

Tabla 7. Especificaciones de montadora de muestras

|                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Dimensiones               | 450 mm x 700 mm x 300 mm |
| Uso de voltaje            | 115 V                    |
| Frecuencia                | 60 Hz                    |
| Presión de aire           | 80-100 psi               |
| Potencia del refrigerador | 1200 watts               |
| Peso                      | 70 kg                    |

Fuente: Autor

#### Limpieza y recomendaciones de uso:

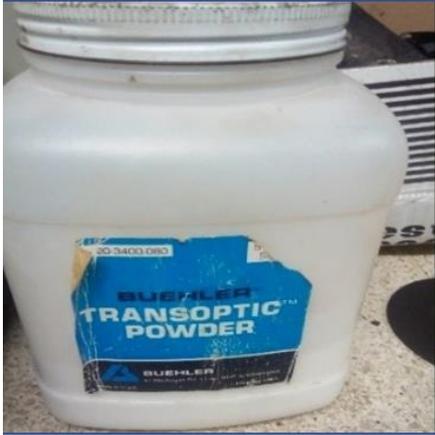
- El moldeo por compresión produce destellos en los cilindros y cilindros del molde. Si no se elimina esta acumulación, se puede restringir o evitar el movimiento del carnero dentro del cilindro. Usar el raspador provisto con su prensa para eliminar cualquier destello de las superficies de trabajo a medida que se forma.
- Para mantener el conjunto de moldes funcionando de manera eficiente, se recomienda una limpieza de rutina.
- Durante un período de tiempo más largo, por ejemplo, 6 meses o 1 año, se debe retirar el cilindro del molde y limpiar cualquier polvo que se haya acumulado dentro del adaptador de molde. Un buen momento para realizar esta limpieza es cuando se cambian los cilindros del molde.

#### Consumibles del equipo:

Los consumibles del montador de muestras es similar al del montador de baquelita, puesto que ambos equipos desarrollan un proceso de montaje de compresión.

En el laboratorio de ingeniería de materiales se utiliza TransOptic Powder, 5lb [2.3kg]. (figura 15), este es un acrílico termoplástico recomendado para la metalurgia general cuando la transparencia del soporte es útil. Ya sea para visualizar mejor la muestra o simplemente por estética.

Figura 15. TransOptic Powder

|  | Propiedades de la baquelita |              |
|---|-----------------------------|--------------|
|   | Color                       | Transparente |
|   | Tamaño del contenedor       | 5 lb-2.3 kg  |
|   | Producto                    | TransOptic   |
|   | Tipo                        | Polvo        |

Fuente: Autor

### Estado del equipo:

En el laboratorio de ingeniería de materiales, en la unidad de preparación de muestras, hay una montadora de muestras, la cual en el momento se encuentra en buen estado ya que las muestras embutidas por el equipo cumplen con las características exigidas para el proceso de caracterización del material para desempeñar con las tareas pertinentes para el análisis de falla de cada material. Aunque hay equipos que realizan la misma tarea que esta (como la montadora de baquelita), sigue siendo útil dentro de los procesos realizados en el laboratorio.

### 4.2.4. Desbastadora de doble banda

En la tabla 8 se describen las especificaciones de la desbastadora de doble banda.

Tabla 8. Especificaciones de desbastadora de doble banda

|                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| Dimensiones        | 610 mm x 530 mm x 280 mm |
| Uso de voltaje     | 115 V                    |
| Frecuencia         | 60 Hz                    |
| Potencia del motor | 373 watts                |
| Peso               | 182 kg                   |

Fuente: Autor

### Limpeza y recomendaciones de uso:

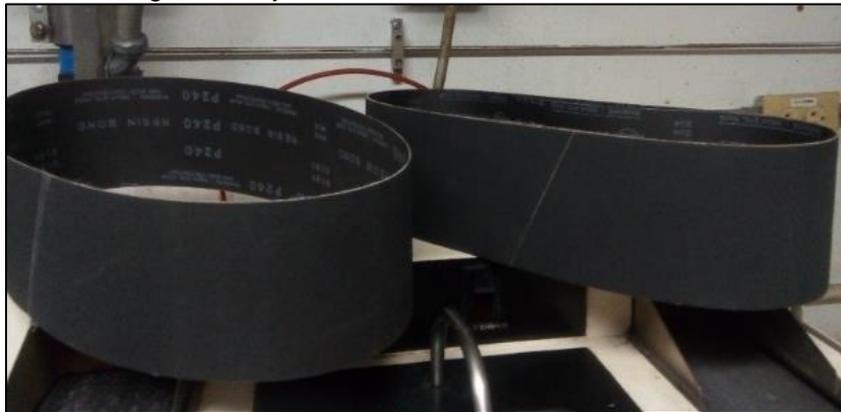
- La perilla de agua de la correa debe ajustarse para proporcionar una película ligera en la superficie de la correa en movimiento.

- El uso de poco refrigerante hará que la muestra se caliente; demasiado refrigerante reducirá la velocidad de corte o desbaste porque la muestra se montará en una película de agua.
- Se recomienda sujetar firmemente entre los dedos la muestra y moverse de lado a lado a lo ancho de la correa para obtener la mayor vida útil del cinturón.
- La unidad debe mantenerse limpia para garantizar un funcionamiento correcto.
- Si se usa correctamente, el sistema de lavado de la cámara de la correa evitará que se acumulen partículas en esta área.
- Se recomienda quitar el protector de la correa para limpiarlo. Puesto que durante el proceso de desbaste puede quedar residuos de la muestra en la correa.

### Consumibles del equipo:

El proceso de desbaste se desarrolla antes del pulido, por ende, las lijas utilizadas en este equipo son de menor número puesto que son más rígidas.

Figura 16. Lijas de la desbastadora de doble banda



Fuente: Autor

En la figura 16 se puede evidenciar que las lijas utilizadas en el proceso de desbaste en este equipo tienen la forma de correa que está en su interior. Como ya se explicó anteriormente, los números de lija son menores; así se trabaja con lijas de tamaño 50, 80 y 120.

### Estado del equipo:

En el laboratorio de ingeniería de materiales, en la unidad de preparación de muestras se encuentran dos desbastadoras de doble banda, las cuales no presentan problemas a la hora de desbastar los materiales, puesto que las correas abrasivas se pueden ajustar correctamente y la velocidad de estas a la hora de desbastar es constante. Sin embargo, se debe hacer limpieza continua y lubricación para preservar la vida útil de estos equipos.

### 4.3. ETAPA DE DISEÑO DE LA HOJA DE VIDA DE EQUIPOS.

#### GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

En el proceso de gestión de mantenimiento se llegó a verificar junto con el personal de mantenimiento del ICP las acciones realizadas a los equipos destinados a la realización de la hoja de vida. De igual forma, para coordinar los equipos del laboratorio es necesario generar un código elipse o un código SAP; con dichos códigos se pudo obtener información sobre el historial del mantenimiento realizados hasta la fecha, ya que estos sirven para sistematizar la gestión de mantenimiento realizada a los equipos.

Al efectuar este procedimiento se logró adquirir la información referente a cada equipo. Aunque no todos los equipos cuentan con todos los códigos, ni con todas las intervenciones realizadas. A continuación, en la tabla 9 se visualiza los respectivos códigos de cada equipo.

Tabla 9. Código SAP y elipse de los equipos.

| Equipo                      | Código SAP | Código Elipse |
|-----------------------------|------------|---------------|
| Montadora de baquelita      | 10053909   | MHMIUSTPMU01  |
| Pulidora velocidad variable | 11118586   | N/A           |
| Pulidora velocidad variable | 11118588   | N/A           |
| Montadora de muestras       | 10232905   | MHMIUSTPMU02  |
| Desbastadora de doble banda | 10143335   | MMMIUSTPMU04  |
| Desbastadora de doble banda | 10024441   | MHMIUSTPMU05  |

Fuente: Autor

En la tabla 10 se puede ver el historial de mantenimiento de algunos equipos, puesto que no todos han sido intervenidos por el personal de mantenimiento.

Tabla 10. Historial de mantenimiento de algunos equipos.

| Equipo   | N° Orden de mantenimiento | Mantenimiento realizado   |
|--|---------------------------|---|
| <b>Desbastadora de doble banda</b><br><br><b>N° inventario: 5062044</b><br><b>SAP: 10143335</b><br><b>Elipse: MMMIUSTPMU04</b> | 20000216                  | Reparación para mejora del funcionamiento de las bandas.                      |
|  | 20010206                  | Reparación del soporte de la lija.  |
|  | 20010425                  | Limpieza y ajuste general del equipo.   |
|  | 20020404                  | Mantenimiento correctivo por tornillos partidos.                              |
|  | 20070215                  | Elaboración de tornillos y resortes para mejora de funcionamiento del equipo. |
|  | 20081112                  | Revisión general del equipo.  |
|  | 20090116                  | Revisión general del equipo.  |

|  |          |  |
|--|----------|--|
| <b>Montadora de muestras</b><br><br><b>N° inventario:</b> 5062043<br><b>SAP:</b> 10232905<br><b>Elipse:</b> MHMIUSTPMU02       | 19991103 | Reparación montadora por golpe interno.                              |
|  | 20060420 | Adaptación de bimetálico para resistencias.                          |
|  | 20131031 | Tareas de mantenimiento preventivo.                                  |
|  | 20131206 | Instalación de tarjeta electrónica y optimización del equipo.        |
|  | 20140102 | Tareas de mantenimiento preventivo.                                  |
|  | 20140924 | Tareas de mantenimiento preventivo.                                  |
| <b>Desbastadora de doble banda</b><br><br><b>N° inventario:</b> 6022773<br><b>SAP:</b> 10024441<br><b>Elipse:</b> MHMIUSTPMU05 | 20090318 | Mantenimiento y limpieza general.                                    |
|  | 20141119 | Mantenimiento correctivo por tuberías hidráulicas.                   |
|  | 20039927 | Mantenimiento correctivo por desgaste y desajuste de partes por uso. |
|  | 20067690 | Mantenimiento correctivo y compra de relé y condensadores.           |
|  | 20269691 | Mantenimiento y limpieza general.                                    |

Fuente: Autor

**Diseño de las hojas de vida para los equipos del laboratorio de ingeniería de materiales.**

Tabla 11. Diseño hoja de vida de equipos (Cara frontal).

| HOJA DE VIDA DE EQUIPOS – LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES ICP             |  |                                |            |  |  |
|---|--|--------------------------------|------------|--|--|
|  |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                | HOJA N°: 1 |  |  |
| IMAGEN DEL EQUIPO   |  | INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO |            |  |  |
|   |  | Nombre del equipo              |            |  |  |
|   |  | Ubicación                      |            |  |  |
|   |  | Marca                          |            |  |  |
|   |  | Modelo                         |            |  |  |
|   |  | N° de serie                    |            |  |  |
|   |  | N° de inventario               |            |  |  |
|   |  | Código SAP                     |            |  |  |
|   |  | Código Elipse                  |            |  |  |
|   |  | DATOS DEL PROVEEDOR            |            |  |  |
|   |  | Fabricante                     |            |  |  |
|   |  | Lugar fabricación              |            |  |  |
|   |  | Proveedor                      |            |  |  |
|   |  | Contacto                       |            |  |  |
|   |  | Ciudad                         |            |  |  |
| Teléfono  |  |                                |            |  |  |
| E-mail  |  |                                |            |  |  |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS   |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |
| CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS DEL EQUIPO   |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |
| COMPONENTES Y ELEMENTOS CRÍTICOS  |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |
| CONSUMIBLES DEL EQUIPO  |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |
|   |  |                                |            |  |  |

Fuente: Autor



Como ya se expuso anteriormente, las hojas de vida para equipos son necesarias para la gestión del mantenimiento, asimismo para que la persona que va a operar el equipo sea informada sobre especificaciones técnicas, componentes, elementos críticos y consumibles. Además de documentar la información general, se busca tener a la mano las intervenciones de mantenimiento realizadas, y saber si el equipo que se va a operar se encuentra en buen estado, así se podrá evaluar la posibilidad de operación.

Al realizar el mapeo de cada equipo dentro del laboratorio, investigar en manuales de operación de cada equipo y recolectar información con el personal de mantenimiento, se llegó al diseño de las hojas de vida de equipos, tratando de alcanzar los detalles más importantes para suplir las necesidades que se generan al no tener una gestión de mantenimiento adecuada. En las tablas 11 y 12 se puede evidenciar el diseño de la hoja de vida de equipos.

Adicional a la hoja de vida, se diseñó un formato que informa sobre unos tips de recomendación para el correcto manejo de los equipos, esto con el fin de que la persona que va a operar el equipo tenga en cuenta procedimientos específicos que hay que llevar a cabo para que el equipo funcione correctamente y también para evitar riesgos a la hora de utilizarlos.

### **INSTRUCTIVO DE LA HOJA DE VIDA DE EQUIPOS.**

Es importante tener en cuenta la información que se tiene sobre cada equipo que se le implementará la hoja de vida, por ende, se requiere explicar cada uno de los ítems en cuanto a estructura del formato.

#### **Información general del equipo**

- **Nombre del equipo:** Nombre completo con el que se identifica el equipo en el laboratorio.
- **Ubicación:** Área en el que se encuentra el equipo dentro del laboratorio de ingeniería de materiales (ver figura 1).
- **Marca:** Identificación comercial del fabricante del equipo.
- **Modelo:** Referencia específica dada por el fabricante al equipo.
- **N° de serie:** Número de serial correspondiente ubicado en la placa del equipo.
- **N° de inventario:** Número correspondiente según el orden de inventario del ICP.
- **Código SAP:** Codificación actualizada dada por el personal de mantenimiento para sistematización de los equipos en el área.

- **Código Elipse:** Codificación antigua dada por el personal de mantenimiento para sistematización de los equipos en el área.

### Datos del proveedor

- **Fabricante:** Nombre del fabricante del equipo.
- **Lugar de fabricación:** País en el que fue fabricado el equipo.
- **Proveedor:** Nombre de la empresa que proporcionó el equipo al ICP.
- **Contacto, email y teléfono:** Nombre de la persona con la que se hizo contacto con el proveedor, su email y respectivo teléfono.
- **Ciudad:** Ciudad del país en la que está ubicada la empresa que proporcionó el equipo.

### Especificaciones técnicas

- En este apartado se describen los detalles de cada equipo, dichas especificaciones están remarcadas en sus respectivas placas o manuales técnicos y son importantes a la hora de operar, revisar e incluso de trasladar el equipo.

### Características metroológicas del equipo

- Se describen cada uno de los parámetros del equipo y su respectivo rango de medición.

### Componentes y elementos críticos.

- Se escribe cada uno de los componentes y elementos que son importantes en cada equipo, que está expuesto a daños y por ende necesitan de una revisión periódica.

### Consumibles

- Los consumibles tienen que ver con los elementos externos que se utilizan para el correcto funcionamiento del equipo y que están propensos a acabarse, por lo que constantemente es necesario el control de estos.

### Historial de mantenimiento

- **Fecha:** Fecha en la que fue realizado el mantenimiento.

- **Mantenimiento:** Seleccionar que tipo de mantenimiento fue el ejecutado, ya sea preventivo o correctivo.
- **Realizado por/ empresa:** Nombre de la persona que desarrolló el mantenimiento y su respectiva empresa.
- **Estado:** Seleccionar el estado en el que se deja el equipo después del mantenimiento, ya sea en servicio o fuera de servicio.
- **N° de orden de mantenimiento:** Escribir el número de orden de mantenimiento.
- **Observaciones:** Escribir información extra sobre el mantenimiento realizado.

#### 4.3.1. Hoja de vida de montadora de baquelita

Tabla 13. Formato de hoja de vida de montadora de baquelita (cara frontal)

| HOJA DE VIDA DE EQUIPOS – LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES ICP              |                             |                                |                        |            |         |
|--|-----------------------------|--------------------------------|------------------------|------------|---------|
|   |                             |                                | HOJA N°: 1             |            |         |
| IMAGEN DEL EQUIPO  |                             | INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO |                        |            |         |
|  |                             | Nombre del equipo              | Montadora de baquelita |            |         |
|  |                             | Ubicación                      | Área de pulido fino    |            |         |
|  |                             | Marca                          | Buehler                |            |         |
|  |                             | Modelo                         | SimpliMet 3000/20-1435 |            |         |
|  |                             | N° de serie                    | 653-NST-00480          |            |         |
|  |                             | N° de inventario               | 5069478                |            |         |
|  |                             | Código SAP                     | 10053909               |            |         |
|  |                             | Código Elipse                  | MHMIUSTPMU01           |            |         |
|  |                             | DATOS DEL PROVEEDOR            |                        | Fabricante | Buehler |
|  |                             | Lugar fabricación              | EE.UU                  | Proveedor  | Arotec  |
| Contacto   | Germán Zabala               | Ciudad                         | Bogotá                 |            |         |
| Teléfono   | (571) 2887799               | E-mail                         | ventas@arotec.com.co   |            |         |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  |                             |                                |                        |            |         |
| Dimensiones  | 405 mm x 520 mm x 580 mm    | Control de voltaje             | 24 VDC                 |            |         |
| Conexión eléctrica   | 85 – 264 VAC                | Decibeles                      | 70 db                  |            |         |
| Frecuencia   | 50-60 Hz                    | Peso                           | 33 Kg                  |            |         |
| CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS DEL EQUIPO  |                             |                                |                        |            |         |
| Presion de moldeo  | 1200-4400 psi<br>80-300 bar | Tiempo calentamiento           | de 0-20 minutos        |            |         |
| Temperatura moldeo   | de 150°C-180°C              | Tiempo enfriamiento            | de 0-30 minutos        |            |         |
| COMPONENTES Y ELEMENTOS CRÍTICOS   |                             |                                |                        |            |         |
| Pantalla LCD   |                             | Manguera de agua               |                        |            |         |
| Valvula de ventilación   |                             | Filtros de agua                |                        |            |         |
| CONSUMIBLES DEL EQUIPO   |                             |                                |                        |            |         |
| PhenoCure verde de 5 lb  |                             |                                |                        |            |         |

Fuente: Autor



Tabla 15. Recomendaciones de uso para la montadora de baquelita

| <b>FUNCIONAMIENTO</b>  |   |
|--|---|
| Confirmar que el equipo se encuentre conectado a una fuente eléctrica.   |   |
| Comprobar la conexión y el suministro de agua.   |   |
| Revisar que no haya bordes rebajados que puedan evitar que el carnero se ajuste al cilindro o que provoque una tensión excesiva. |   |
| <b>LIMPIEZA</b>  |   |
| Antes de operar el equipo se debe verificar que esté totalmente limpio.  |   |
| Después de operado el equipo se debe limpiar los residuos con una brocha delgada.  |   |
| <b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP'S)</b>  |   |
| Gafas de seguridad.  | Guantes de nitrilo de alta resistencia. |
| Mascara.   |   |

Fuente: Autor

### 4.3.2. Hoja de vida de pulidoras de velocidad constante

Tabla 16. Formato de hoja de vida pulidora velocidad constante 1 (cara frontal)

| HOJA DE VIDA DE EQUIPOS – LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES ICP              |                          |                                |                             |            |         |
|--|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------|---------|
|   |                          |                                | HOJA N°: 1                  |            |         |
| IMAGEN DEL EQUIPO  |                          | INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO |                             |            |         |
|  |                          | Nombre del equipo              | Pulidora velocidad variable |            |         |
|  |                          | Ubicación                      | Área de pulido fino         |            |         |
|  |                          | Marca                          | Buehler                     |            |         |
|  |                          | Modelo                         | Ecomet 300/49-7210          |            |         |
|  |                          | N° de serie                    | 680-E30G-00172              |            |         |
|  |                          | N° de inventario               | 6015973                     |            |         |
|  |                          | Código SAP                     | 11118586                    |            |         |
|  |                          | Código Elipse                  | N/A                         |            |         |
|  |                          | DATOS DEL PROVEEDOR            |                             | Fabricante | Buehler |
|  |                          | Lugar fabricación              | EE.UU                       | Proveedor  | Arotec  |
| Contacto   | German Zabala            | Ciudad                         | Bogotá                      |            |         |
| Teléfono   | (571) 2887799            | E-mail                         | ventas@arotec.com.co        |            |         |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  |                          |                                |                             |            |         |
| Voltaje  | 170-264 VAC              | Uso de energía                 | 2.3 kW, 10 A a 230 VAC      |            |         |
| Frecuencia   | 60 Hz                    | Decibeles                      | 51.5 db a 100 rpm           |            |         |
| Potencia del motor   | 1500 watts               | Peso                           | 58 kg                       |            |         |
| CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS DEL EQUIPO  |                          |                                |                             |            |         |
| Presion del agua   | 40-100 psi (2.8-6.9 bar) | Velocidad rueda                | 10-400 rpm                  |            |         |
| COMPONENTES Y ELEMENTOS CRÍTICOS   |                          |                                |                             |            |         |
| Membrana de 1500 watts   |                          | Rueda de platina               |                             |            |         |
| Membrana de panel de control   |                          | Motor de 1500 watts            |                             |            |         |
| CONSUMIBLES DEL EQUIPO   |                          |                                |                             |            |         |
| Papel abrasivo o lija  |                          |                                |                             |            |         |
| Paño para pulido   |                          |                                |                             |            |         |
| Alúmina  |                          |                                |                             |            |         |

Fuente: Autor



Tabla 18. Formato de hoja de vida pulidora velocidad constante 2 (cara frontal)

| HOJA DE VIDA DE EQUIPOS – LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES ICP              |                          |                                |                             |                |                        |
|--|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------|
|   |                          |                                | HOJA N°: 1                  |                |                        |
| IMAGEN DEL EQUIPO  |                          | INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO |                             |                |                        |
|  |                          | Nombre del equipo              | Pulidora velocidad variable |                |                        |
|  |                          | Ubicación                      | Área de pulido fino         |                |                        |
|  |                          | Marca                          | Buehler                     |                |                        |
|  |                          | Modelo                         | Ecomet 300/49-7210          |                |                        |
|  |                          | N° de serie                    | 680-E30G-00173              |                |                        |
|  |                          | N° de inventario               | 6015973                     |                |                        |
|  |                          | Código SAP                     | 11118588                    |                |                        |
|  |                          | Código Elipse                  | N/A                         |                |                        |
|  |                          | DATOS DEL PROVEEDOR            |                             | Fabricante     | Buehler                |
|  |                          | Lugar fabricación              | EE.UU                       | Proveedor      | Arotec                 |
|  |                          | Contacto                       | German Zabala               | Ciudad         | Bogotá                 |
|  |                          | Teléfono                       | (571) 2887799               | E-mail         | ventas@arotec.com.co   |
|  |                          | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS      |                             |                |                        |
|  |                          | Voltaje                        | 170-264 VAC                 | Uso de energía | 2.3 kW, 10 A a 230 VAC |
| Frecuencia   | 60 Hz                    | Decibeles                      | 51.5 db a 100 rpm           |                |                        |
| Potencia del motor   | 1500 watts               | Peso                           | 58 kg                       |                |                        |
| CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS DEL EQUIPO  |                          |                                |                             |                |                        |
| Presion del agua   | 40-100 psi (2.8-6.9 bar) | Velocidad rueda                | 10-400 rpm                  |                |                        |
| COMPONENTES Y ELEMENTOS CRÍTICOS   |                          |                                |                             |                |                        |
| Membrana de 1500 watts   |                          | Rueda de platina               |                             |                |                        |
| Membrana de panel de control   |                          | Motor de 1500 watts            |                             |                |                        |
| CONSUMIBLES DEL EQUIPO   |                          |                                |                             |                |                        |
| Papel abrasivo o lija  |                          |                                |                             |                |                        |
| Paño para pulido   |                          |                                |                             |                |                        |
| Alúmina  |                          |                                |                             |                |                        |

Fuente: Autor



Tabla 20. Recomendaciones de uso para pulidoras de velocidad variable

| <b>FUNCIONAMIENTO</b>   |   |
|---|---|
| Confirmar que el equipo se encuentre conectado a una fuente eléctrica.                                |   |
| Comprobar la conexión y el suministro de agua.  |   |
| Verificar que se cuenta con las lijas correspondientes y paño de pulido para la operación a realizar. |   |
| Corroborar la presencia del tamaño de alúmina a utilizar durante el proceso de pulido.                |   |
| Realizar el cambio de lija y de platina cuando el equipo no se encuentre en funcionamiento.           |   |
| <b>LIMPIEZA</b>   |   |
| Antes de operar el equipo se debe verificar que esté totalmente limpio.                               |   |
| Después de operado el equipo se debe limpiar los residuos que quedan en el área de drenaje.           |   |
| Lavar el paño de pulido antes y después de utilizarlo.  |   |
| <b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP'S)</b>   |   |
| Gafas de seguridad.   | Guantes de nitrilo de alta resistencia. |
| Tapones para los oídos.   |   |

Fuente: Autor

### 4.3.3. Hoja de vida de montadora de muestras

Tabla 21. Formato de hoja de vida de montadora de muestras (cara frontal)

| HOJA DE VIDA DE EQUIPOS – LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES ICP              |                          |                                |                                   |            |         |
|--|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------|---------|
|   |                          |                                | HOJA N°: 1                        |            |         |
| IMAGEN DEL EQUIPO  |                          | INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO |                                   |            |         |
|  |                          | Nombre del equipo              | Montadora de muestras             |            |         |
|  |                          | Ubicación                      | Unidad de preparación de muestras |            |         |
|  |                          | Marca                          | Buehler                           |            |         |
|  |                          | Modelo                         | Pneumet 3                         |            |         |
|  |                          | N° de serie                    | 436-PNM-115                       |            |         |
|  |                          | N° de inventario               | 5062043                           |            |         |
|  |                          | Código SAP                     | 10232905                          |            |         |
|  |                          | Código Elipse                  | MHMIUSTPMU02                      |            |         |
|  |                          | DATOS DEL PROVEEDOR            |                                   | Fabricante | Buehler |
|  |                          | Lugar fabricación              | U.S.A                             | Proveedor  | Arotec  |
| Contacto   | Carlos Eduardo Castro    | Ciudad                         | Bogotá                            |            |         |
| Teléfono   | 288 77 99                | E-mail                         | carlosecastro@arotec.net          |            |         |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  |                          |                                |                                   |            |         |
| Dimensiones  | 450 mm x 700 mm x 300 mm | Presion de aire                | 80-100 psi                        |            |         |
| Uso de voltaje   | 115 V                    | Potencia del refrigerador      | 1200 watts                        |            |         |
| Frecuencia   | 60 Hz                    | Peso                           | 70 kg                             |            |         |
| COMPONENTES Y ELEMENTOS CRÍTICOS   |                          |                                |                                   |            |         |
| Pantalla LCD   |                          | Viga portadora                 |                                   |            |         |
| Camisa-pistón  |                          |                                |                                   |            |         |
| CONSUMIBLES DEL EQUIPO   |                          |                                |                                   |            |         |
| TransOptic Powder de 5 lb  |                          |                                |                                   |            |         |

Fuente: Autor



Tabla 23. Recomendaciones de uso para la montadora de muestras.

| <b>FUNCIONAMIENTO</b>  |   |
|--|---|
| Confirmar que el equipo se encuentre conectado a una fuente eléctrica.   |   |
| Comprobar la conexión y el suministro de agua y/o aire.  |   |
| Antes de iniciar el ciclo se debe conocer la programación según el consumible a utilizar.  |   |
| Revisar que no haya bordes rebajados que puedan evitar que el carnero se ajuste al cilindro o que provoque una tensión excesiva. |   |
| <b>LIMPIEZA</b>  |   |
| Antes de operar el equipo se debe verificar que esté totalmente limpio.  |   |
| Después de operado el equipo se debe limpiar los residuos con una brocha delgada.  |   |
| <b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP'S)</b>  |   |
| Gafas de seguridad.  | Guantes de nitrilo de alta resistencia. |
| Mascara.   |   |

Fuente: Autor

#### 4.3.4. Hoja de vida de desbastadoras de doble banda

Tabla 24. Formato de hoja de vida de desbastadora de doble banda 1 (cara frontal)

| HOJA DE VIDA DE EQUIPOS – LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES ICP              |                          |                                |                                   |            |         |
|--|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------|---------|
|   |                          |                                | HOJA N°: 1                        |            |         |
| IMAGEN DEL EQUIPO  |                          | INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO |                                   |            |         |
|  |                          | Nombre de equipo               | Desbastadora de doble banda       |            |         |
|  |                          | Ubicación                      | Unidad de preparación de muestras |            |         |
|  |                          | Marca                          | Buehler                           |            |         |
|  |                          | Modelo                         | 166-1290 Duomet II                |            |         |
|  |                          | N° de serie                    | 434-NDMT-01300                    |            |         |
|  |                          | N° de inventario               | 5062044                           |            |         |
|  |                          | Código SAP                     | 10143335                          |            |         |
|  |                          | Código Elipse                  | MMMIUSTPMU04                      |            |         |
|  |                          | DATOS DEL PROVEEDOR            |                                   | Fabricante | Buehler |
|  |                          | Lugar fabricación              | U.S.A                             | Proveedor  | Arotec  |
| Contacto   | Carlos Eduardo Castro    | Ciudad                         | Bogotá                            |            |         |
| Teléfono   | 288 77 99                | E-mail                         | carlosecastro@arotec.net          |            |         |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  |                          |                                |                                   |            |         |
| Dimensiones  | 610 mm x 530 mm x 280 mm | Potencia del motor             | 373 watts                         |            |         |
| Uso de voltaje   | 115 V                    | Peso                           | 182 kg                            |            |         |
| Frecuencia   | 60 Hz                    |                                |                                   |            |         |
| COMPONENTES Y ELEMENTOS CRÍTICOS   |                          |                                |                                   |            |         |
| Motor de 373 watts   |                          | Motores con fusibles           |                                   |            |         |
| Correa abrasiva  |                          |                                |                                   |            |         |
| CONSUMIBLES DEL EQUIPO   |                          |                                |                                   |            |         |
| Papel abrasivo o lija  |                          |                                |                                   |            |         |

Fuente: Autor



Tabla 26. Formato de hoja de vida de desbastadora de doble banda 2 (cara frontal)

| HOJA DE VIDA DE EQUIPOS – LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES ICP              |                          |                            |                                   |                                |  |
|--|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|
|   |                          | HOJA N°: 1                 |                                   |                                |  |
|  |                          | IMAGEN DEL EQUIPO          |                                   | INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO |  |
|  |                          | Nombre de equipo           | Desbastadora de doble banda       |                                |  |
|  |                          | Ubicación                  | Unidad de preparación de muestras |                                |  |
|  |                          | Marca                      | Buehler                           |                                |  |
|  |                          | Modelo                     | 166-1290 Duomet II                |                                |  |
|  |                          | N° de serie                | 434-NDMT-01300                    |                                |  |
|  |                          | N° de inventario           | 6022773                           |                                |  |
|  |                          | Código SAP                 | 10024441                          |                                |  |
|  |                          | Código Elipse              | MHMIUSTPMU05                      |                                |  |
|  |                          | <b>DATOS DEL PROVEEDOR</b> |                                   |                                |  |
|  |                          | Fabricante                 | Buehler                           |                                |  |
|  |                          | Lugar fabricación          | U.S.A                             |                                |  |
|  |                          | Proveedor                  | Arotec                            |                                |  |
|  |                          | Contacto                   | Carlos Eduardo Castro             |                                |  |
| Ciudad   | Bogotá                   |                            |                                   |                                |  |
| Teléfono   | 288 77 99                |                            |                                   |                                |  |
| E-mail   | carlosecastro@arotec.net |                            |                                   |                                |  |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  |                          |                            |                                   |                                |  |
| Dimensiones  | 610 mm x 530 mm x 280 mm | Potencia del motor         | 373 watts                         |                                |  |
| Uso de voltaje   | 115 V                    | Peso                       | 182 kg                            |                                |  |
| Frecuencia   | 60 Hz                    |                            |                                   |                                |  |
| COMPONENTES Y ELEMENTOS CRÍTICOS   |                          |                            |                                   |                                |  |
| Motor de 373 watts   |                          | Motores con fusibles       |                                   |                                |  |
| Correa abrasiva  |                          |                            |                                   |                                |  |
| CONSUMIBLES DEL EQUIPO   |                          |                            |                                   |                                |  |
| Papel abrasivo o lija  |                          |                            |                                   |                                |  |

Fuente: Autor



Tabla 28. Recomendaciones de uso para las desbastadoras de doble banda.

| <b>FUNCIONAMIENTO</b>   |   |
|---|---|
| Confirmar que el equipo se encuentre conectado a una fuente eléctrica.  |   |
| Comprobar la conexión y el suministro de agua.  |   |
| Verificar que se cuenta con las lijas correspondientes para el proceso de desbaste.                                 |   |
| Corroborar que la lija se encuentre centrada y ajustada a la correa.  |   |
| <b>LIMPIEZA</b>   |   |
| Antes de operar el equipo se debe verificar que esté totalmente limpio.   |   |
| Antes y después de operado el equipo se debe quitar la protección de la correa y limpiar los residuos del material. |   |
| Limpiar el fregadero constantemente puesto que al utilizarlo quedan residuos de la probeta.                         |   |
| <b>ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP'S)</b>   |   |
| Gafas de seguridad.   | Guantes de nitrilo de alta resistencia. |
| Tapones para los oídos.   | Mascara.                                |

Fuente: Autor

## 5. CONCLUSIONES

- Para una correcta gestión de mantenimiento es significativo conocer el equipo y su funcionamiento, ya que la información necesaria para efectuar este proceso no siempre está incluida en los manuales de operación de este.
- En el mapeo de equipos está vinculada la importancia de recolección de elementos y componentes importantes del equipo, esto permite reconocer cuales son críticos y por ende están expuestos a fallas constantes.
- La implementación de una hoja de vida para los equipos del laboratorio de ingeniería de materiales es necesaria para el correcto funcionamiento de los equipos, pues hay equipos de diversas áreas y por ende diferentes operarios para cada uno de estas. Por lo tanto, es primordial tener al alcance información detallada del equipo que se va a operar.
- Es importante conocer constantemente las intervenciones realizadas al equipo antes de operarlo, puesto que hay fallas que suelen ser comunes y es primordial tener un informe sobre estas cuando se presenten.

## 6. RECOMENDACIONES

- Antes de diseñar el formato para la gestión de mantenimiento, es necesario el reunir toda la información pertinente de cada uno de los equipos y entender cómo se alimenta, cómo se opera y de qué clase de materiales se abastece a la hora de la operación, esto con el fin de que el formato aborde todo lo necesario para que la gestión de mantenimiento sea efectiva.
- Para llevar el registro del historial de mantenimientos es importante que el personal que lo desarrolle tenga a la mano la hoja de vida del equipo en cuestión, esto con el fin de tener información sobre cada intervención realizada, ya sea por el personal del laboratorio o por un técnico externo. Por ende, es primordial que el formato esté a disposición de cada persona que realice este tipo de actividades dentro del laboratorio, pues de esta manera también conocerían el estado del equipo.
- Para equipos que no han sido intervenidos y se es necesario realizar una lubricación o limpieza continua, es importante que el personal de mantenimiento o del mismo laboratorio esté al tanto de esta información y anexarla en la respectiva hoja de vida del equipo.
- Durante la gestión de mantenimiento es importante ser cuidadoso a la hora de diligenciar la información que requiere el formato, puesto que hay equipos que después del mantenimiento necesitan de cuidados especiales que anteriormente no se consideraban.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Luna Ferre, D. (2006). *Elaboración de las hojas de vida de los equipos como parte del mejoramiento de la gestión del mantenimiento*. Obtenido de <http://159.90.80.55/tesis/000132118.pdf>

Gutiérrez. (2015). *HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/gestiondemantenimientojdgd/hoja-de-vida-de-los-equipos>

Turmero José (2014). *Evaluación y diseño de un sistema de gestión de mantenimiento*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos91/evaluacion-y-diseno-sistema-gestion-mantenimiento/evaluacion-y-diseno-sistema-gestion-mantenimiento.shtml>

Buehler (2006). *Simplicity for Your Pressing Applications*. Obtenido de SimpliMet® 1000 & 3000 AUTOMATIC MOUNTING PRESS.

Buehler (2009). *EcoMet® 250/300 Grinder-Polisher Bases*. Obtenido de EcoMet® 250/300 Grinder-Polisher Family & AutoMet® 250/300 Power Head.

Buehler (1983). *TetraMet® Mold Closure*. Obtenido de APPARATUS FOR MICROSTRUCTURAL ANALYSIS.

Buehler (2006). *Buehler DuoMet® 2 and SurfMet® 1 Belt Surfacers*. Obtenido de DuoMet® 2 & SurfMet® 1 METALLOGRAPHIC AND SPECTROGRAPHIC BELT SURFACERS.

ICSA. (s.f.). *Norma ISO 17025*. Obtenido de <https://www.icsa.es/laboratorios-analiticos/consultoria-de-laboratorios/norma-iso-17025>

De Bona JM (1999). *Gestión del mantenimiento*. Obtenido de Fundación Confemetal.

Ecopetrol. (s.f.). *INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETRÓLEO - ICP*. Obtenido de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/innovacion-tecnologia/quienes-somos>

IDEAM (2017). *Acreditación de laboratorios ambientales en Colombia*. Obtenido de [http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/acreditacion/-/document\\_library\\_display/GXqzEPyQBjNW/view/31376426](http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/acreditacion/-/document_library_display/GXqzEPyQBjNW/view/31376426)

S.A., E. (s.f.). *MARCO LEGAL*. Obtenido de [https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/?urile=wcm%3apath%3a/Ecopetrol\\_ES/Ecope/portal/nuestra-empresa/Quienes-Somos/acerca-de-nosotros/Marco-Legal](https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/?urile=wcm%3apath%3a/Ecopetrol_ES/Ecope/portal/nuestra-empresa/Quienes-Somos/acerca-de-nosotros/Marco-Legal)

**R-DC-95**

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y  
PRÁCTICA**

**VERSIÓN: 01**

**ELABORADO POR:**  
Oficina de Investigaciones

**REVISADO POR:**  
soporte al sistema integrado de gestión

**APROBADO POR :** Asesor de planeación  
**FECHA APROBACION:**

**R-DC-95**

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y  
PRÁCTICA**

**VERSIÓN: 01**

**ELABORADO POR:**  
Oficina de Investigaciones

**REVISADO POR:**  
soporte al sistema integrado de gestión

**APROBADO POR :** Asesor de planeación  
**FECHA APROBACION:**

**R-DC-95**

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y  
PRÁCTICA**

**VERSIÓN: 01**

**ELABORADO POR:**  
Oficina de Investigaciones

**REVISADO POR:**  
soporte al sistema integrado de gestión

**APROBADO POR :** Asesor de planeación  
**FECHA APROBACION:**