



Realizar Actividades de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, actualización documental y apoyo académico en los módulos de prácticas del Laboratorio de Máquinas Hidráulicas en las instalaciones de las Unidades Tecnológicas de Santander.

Modalidad: Práctica Empresarial

Juan Sebastian Rivera Niño
CC 1005199186

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
BUCARAMANGA
30/07/2026**



Realizar Actividades de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, actualización documental y apoyo académico en los módulos de prácticas del Laboratorio de Máquinas Hidráulicas en las instalaciones de las Unidades Tecnológicas de Santander.

Modalidad: Práctica Empresarial

Juan Sebastian Rivera Niño
CC 1005199186

**Informe de práctica para optar al título de
Ingeniero Electromecánico**

DIRECTOR

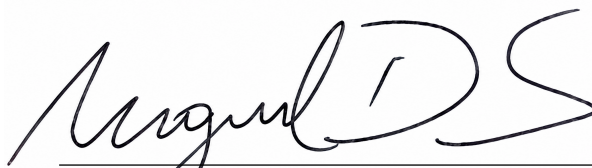
Miguel Arlenzo Duran Sarmiento

Grupo de Investigación en Diseño y Materiales – DIMAT

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
BUCARAMANGA
30/07/2026**

Nota de Aceptación

Trabajo de grado aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander para optar al título de Ingeniero Electromecánico según el acta de comité de trabajos de grado número 21 del 10 de agosto del 2026.



Firma del Evaluador: Miguel A Duran



Firma del director: Miguel A Duran

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico con todo el amor y gratitud a mis padres por haberme forjado como la persona que soy hoy en día; todos mis logros se los debo a ellos, incluyendo este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero siempre me motivaron y apoyaron para alcanzar mis sueños.

A Dios por estar siempre presente y ser mi compañía constante.

A mis 3 hermanas quienes me motivaron y me enseñaron las cosas importantes por las cuales nos preparamos a nivel profesional.

Por último, pero no menos importante a todos esos amigos que conseguí a lo largo de esta profesión, los cuales nunca desistieron y con los que logré sacar adelante este sueño que teníamos en común.

Doy gracias a ellos porque me enseñaron las cosas importantes, por su gran amor, y me demostraron que, si se puede lograr lo que uno se propone.

A todas las personas que me apoyaron durante todo el proceso: GRACIAS

AGRADECIMIENTOS

Gracias principalmente a Dios ya que sin él nada sería posible, Gracias a todos mis familiares y seres queridos por su apoyo, por sus buenos consejos durante esta carrera profesional. A mi padre y a mi madre que nunca dudaron de que lo lograría y me brindaron todo su apoyo y consejos.

Gracias a mí. Por ser constante y disciplinado. Por luchar en contra de las dificultades y por hacer este sueño realidad. La perseverancia es propia de mi personalidad, por lo que sé, que este gran logro que abrirá las puertas de cosas aún mejores en mi vida personal y profesional.

Por último, pero no menos importante, gracias al ingeniero Miguel Arlenzo Duran Sarmiento, que como director de proyecto me brindo su apoyo, orientación y experiencia académica para el desarrollo de este trabajo. A el ingeniero Brayan Eduardo Tarazona Romero y a el coordinador Javier Ascanio Villanoba que, con su excelente calidad humana me permitieron alcanzar un sueño más. A las Unidades Tecnológicas de Santander y todo su cuerpo humano por brindarme la oportunidad a mí y miles de jóvenes Santandereanos de superarnos y lograr ser parte de una generación que lleve a este país a un futuro mejor.

TABLA DE CONTENIDO

<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>9</u>
<u>1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD</u>	<u>10</u>
<u>2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	<u>11</u>
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	11
2.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA	12
2.3 OBJETIVOS	13
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	13
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2.4 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	14
<u>3 MARCO REFERENCIAL</u>	<u>16</u>
3.1 DISPONIBILIDAD	16
3.2 OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS	16
3.3 MEJORA CONTINUA	17
3.4 PREVENCIÓN DE FALLAS	17
<u>4 METODOLOGÍA</u>	<u>19</u>
<u>5 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA</u>	<u>20</u>
5.1 ETAPA 1: TAREAS DE MANTENIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE EQUIPOS	20
5.2 ETAPA 2: APOYO ACADÉMICO	21
5.3 ETAPA 3: REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS MANUALES	23
5.4 ETAPA 4: ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO	25
<u>6 RESULTADOS</u>	<u>27</u>
<u>7 CONCLUSIONES</u>	<u>45</u>
<u>8 RECOMENDACIONES</u>	<u>46</u>
<u>9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>47</u>
<u>10 ANEXOS</u>	<u>49</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Poster del horario de atención a estudiantes.....	22
Figura 2. Actualización de manuales a través de la cuenta de DRIVE	24
Figura 3. Inventario del laboratorio de máquinas hidráulicas	28
Figura 4. Revisión del cableado eléctrico de las electrobombas.....	29
Figura 5. Mantenimiento tablero eléctrico	30
Figura 6. Aletas de ventilador de bomba partidas.....	31
Figura 7. Desmontaje de componente de bomba y revisión eléctrica.....	31
Figura 8. Cambio de ventilador	32
Figura 9. Montaje de componentes de bomba.....	32
Figura 10. Apoyo académico a estudiantes de máquinas hidráulicas.....	33
Figura 11. Tutorías a estudiantes de Máquinas Hidráulicas	34
Figura 12. Acompañamiento y tutorías a estudiantes	34
Figura 13. Asistencia y asesoría durante las prácticas de laboratorio	35
Figura 14. Explicación teórica de la cavitación	36
Figura 15. Explicación y acompañamiento de la práctica de cavitación.....	37
Figura 16. Apoyo a los estudiantes durante la actividad evaluativa.....	38
Figura 17. Código QR en el módulo de Cavitación	39
Figura 18. Módulo de bombas en serie y paralelo	40
Figura 19. Desmontaje del modulo	41
Figura 20. Módulo de bombas en serie y paralelo con redimensionamiento.....	41
Figura 21. Inventario de Laboratorio de Máquinas Hidráulicas	49
Figura 22. Manual de pérdidas en tuberías	53
Figura 23. Manual de medidores de caudal.....	57
Figura 24. Manual de métodos de regulación de caudal	63
Figura 25. F-RI-25 Informe interacción - Universidad UPTC.....	68
Figura 26. Ficha técnica módulo de cavitación	73
Figura 27. Ficha técnica modulo de pérdidas en tuberías	74
Figura 28. Ficha técnica módulo de regulación de caudal	75
Figura 29. Reporte mantenimiento preventivo modulo medidores de caudal	76
Figura 30. Reporte mantenimiento correctivo modulo regulación de caudal.....	77
Figura 31. Reporte mantenimiento correctivo modulo de pérdidas en tuberías	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos de inicio de sesión y recuperación de la cuenta GMAIL	39
Tabla 2. Ficha técnica de módulos de laboratorio.....	42
Tabla 3. Reporte mantenimiento preventivo	43
Tabla 4. Reporte mantenimiento correctivo	44

INTRODUCCIÓN

La formación en ingeniería electromecánica requiere una metodología equilibrada tanto en la teoría, como en la práctica, para permitir que los conocimientos adquiridos en el aula de clase se apliquen en entornos similares a los del sector industrial. Las unidades tecnológicas de Santander, comprometida con una educación de alta calidad, posee los recursos humanos altamente calificados y cuentan con laboratorios adecuados para aprovechar al máximo de sus capacidades. Sin embargo, para garantizar el buen estado y el aprovechamiento de todos recursos, es importante que los estudiantes de la ingeniería electromecánica participen activamente en su mantenimiento.

Estas actividades permiten identificar oportunidades de mejora en los módulos de práctica y asegurar su buen funcionamiento. De esta manera, no solo se estaría fortaleciendo el proceso de formación académica, sino que también tendrá un impacto positivo en el uso responsable y de los recursos del laboratorio de máquinas hidráulicas, beneficiando a las futuras generaciones de estudiantes de ingeniería electromecánica.

1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD

Las Unidades Tecnológicas de Santander actualmente cuenta con 62 años de experiencia desde su fundación el 23 de diciembre de 1963 mediante la ordenanza n0 90, inicialmente, se denominó instituto tecnológico de Santander. Su misión principal se basa en la formación de personas con sentido ético, pensamiento crítico y actitud emprendedora, mediante procesos de calidad en la docencia, la investigación y la extensión para contribuir al desarrollo socioeconómico, científico, tecnológico, ambiental y cultural de la sociedad.

Las Unidades Tecnológicas de Santander, se ha consolidado como una institución de educación superior reconocida por la calidad de sus procesos formativos, ofreciendo una amplia variedad de programas tanto tecnológicos como profesionales. Donde el programa de Ingeniería Electromecánica se ha posicionado como un referente, generado un impacto significativo en la industria regional y nacional debido a su enfoque epistemológico diverso, centrado en el desarrollo del talento humano para estas profesiones en el país.(*Unidades Tecnológicas de Santander*, 2019).

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción de la Problemática

Dentro del programa de Ingeniería Electromecánica, específicamente en la asignatura de Máquinas Hidráulicas, se ha reconocido la necesidad de contar con el apoyo de un auxiliar de laboratorio que apoye el desarrollo de las actividades prácticas. Este auxiliar cumplirá con un rol fundamental en la ejecución y organización de distintas prácticas planificadas a lo largo del semestre académico, con el fin de prevenir cualquier resultado negativo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Esta asignatura implica el desarrollo de habilidades prácticas que serán aplicadas directamente en el entorno laboral. Por lo cual, se requiere la colaboración de un auxiliar con compromiso, capaz de orientar a los estudiantes y resolver inquietudes relacionadas con la manipulación, operación y desmontaje de los equipos. Asimismo, este auxiliar desempeñaría un papel crucial para garantizar que los conocimientos teóricos adquiridos se transfieran de manera precisa en la práctica mediante el uso y la optimización de los equipos proporcionados por la institución educativa. A partir de lo anterior, se plantea la siguiente pregunta problema: ¿Qué acciones específicas puede desarrollar un ingeniero electromecánico para garantizar el adecuado funcionamiento de los módulos y equipos del laboratorio de Máquinas Hidráulicas?

2.2 Justificación de la Práctica

En las Unidades Tecnológicas de Santander, específicamente en el programa de Ingeniería Electromecánica, se imparte una asignatura denominada Máquinas Hidráulicas, la cual se desarrolla en un entorno de laboratorio. En este contexto, la presencia de un laboratorista en esta materia desempeñará un papel de respaldo para el docente, facilitando una mayor profundización del aprendizaje para los estudiantes en relación con cada uno de los temas abordados.

Entre sus principales responsabilidades incluirá garantizar el buen estado y el uso adecuado de los instrumentos y equipos del laboratorio. Así como, asegurar el cumplimiento de las normas de bioseguridad y promover un comportamiento ejemplar dentro del laboratorio. Adicionalmente se encargará del mantenimiento de los equipos disponibles en el laboratorio de Maquinas Hidráulicas, con el objetivo de prolongar su vida útil y garantizar una mayor calidad en condiciones óptimas de operación.

2.3 Objetivos

2.3.1 *Objetivo General*

Realizar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, actualización documental y apoyo académico en los módulos de prácticas del Laboratorio de Máquinas Hidráulicas de las Unidades Tecnológicas de Santander.

2.3.2 *Objetivos Específicos*

- Realizar actividades de mantenimiento preventivo y/o correctivo para identificar y corregir posibles fallas en los módulos de prácticas del Laboratorio de Máquinas Hidráulicas.
- Revisar y actualizar los manuales de operación de los equipos del laboratorio, asegurando su alineamiento con los procedimientos actuales para garantizar la vigencia y confiabilidad de la documentación técnica.
- Ejecutar iniciativas de apoyo académico mediante tutorías teórico-prácticas, orientadas a facilitar la comprensión de los conceptos fundamentales tanto teóricos como prácticos aplicados en el entorno del laboratorio. Esto con el fin de reforzar los conocimientos necesarios para el adecuado desempeño y aprobación de la asignatura.

2.4 Antecedentes de la Empresa

A lo largo del tiempo, estas prácticas han fortalecido la reputación del laboratorio de máquinas hidráulicas como un espacio confiable y eficiente, esto es gracias al compromiso del equipo docente y a los estudiantes por garantizar un desempeño óptimo de los equipos. De esta manera, se ofrece a los estudiantes un entorno de aprendizaje adecuado que favorece el desarrollo de sus competencias prácticas de manera efectiva.

La enseñanza de la Mecánica de Fluidos es fundamental para la comprensión de diversos fenómenos presentes en el entorno cotidiano. Conceptos básicos de esta disciplina, como la densidad y la presión, pueden explicarse de manera sencilla y relacionarse con experiencias diarias. Además, el estudio de los fluidos es esencial en campos como la Ingeniería Electromecánica, donde el concepto de caudal juega un papel crucial. (Friedrich et al., 2018).

(Astócondor Villar (2018) propone un innovador sistema de bombeo solar que maximiza el aprovechamiento de la energía solar mediante la implementación de un algoritmo de control avanzado. Dicho sistema, está orientado y diseñado para el sector agrícola, este sistema es escalable y compatible con diferentes tipos de bombas disponibles en el mercado, lo que ofrece una alternativa eficiente y viable.

Los sistemas de bombeo que incorporaran variadores de velocidad ofrecen un funcionamiento más estable y eficiente en comparación con los sistemas tradicionales de velocidad constante. Al regular la velocidad de la bomba de acuerdo con los requerimientos del sistema, se disminuyen los ciclos repetitivos de arranques y paradas que dañan los equipos y generan picos de consumo energético. Adicionalmente, se reduce el desgaste en tuberías y se optimiza el proceso de bombeo. (Quispe Choccelahua, 2012).

(Riaño Valle, 2020) analiza la figura de Daniel Bernoulli y su contribución a la física, con énfasis en su tratado “Hidrodinámica”, destacando cómo, desde su labor como físico experimental y docente, logró establecer la relación fundamental entre la presión y la velocidad de los fluidos, dando origen al principio que actualmente lleva su nombre.

En conclusión, la optimización del sistema de electrobombas del Laboratorio de Máquinas Hidráulicas permitirá no solo mejorar la eficiencia energética y disminuir la ocurrencia de fallas, sino también proporciona un entorno formativo más robusto para estudiantes y docentes. Al abordar un enfoque integral que contemple la evaluación del desempeño, la detección de pérdidas y la aplicación de estrategias avanzadas de control, se fortalecerá la operación del laboratorio, haciéndolo más eficiente, relevante y acorde con las exigencias actuales de la ingeniería de fluidos.

3 MARCO REFERENCIAL

3.1 DISPONIBILIDAD

Con el propósito de mejorar la disponibilidad de un sistema de bombeo crítico en una mina subterránea, se abordó la problemática asociada a su baja disponibilidad mecánica, que se encontraba en un 83,92 % mensual. Por lo, se aplicó la metodología de mantenimiento centrado a la confiabilidad (RCM). Esta metodología permitió realizar un análisis detallado del historial de fallas del sistema, logrando identificar los modos de falla más frecuentes. La implementación del RCM permitió un aumento del 4.8% en la disponibilidad mecánica demostrando la eficacia de esta metodología para optimizar el rendimiento y la confiabilidad operativa de sistemas de bombeo en diferentes entornos de alta exigencia. Como resultado, se resalta la importancia del mantenimiento proactivo, el análisis sistemático de datos históricos y la mejora continua como pilares fundamentales para aumentar la eficiencia y garantizar una mayor disponibilidad operativa en sistemas críticos. (Álvarez et al., 2023).

3.2 OPTIMIZACION DE RECURSOS

En la actualidad, las organizaciones brindan gran parte de su inversión en investigación y desarrollo (I+D) hacia tecnologías como el Internet de las Cosas (**IoT**) y la computación en la nube. Estas herramientas permiten la interconexión de dispositivos, sistemas y plataformas digitales, facilitando la recopilación y análisis de información en tiempo real.(Espino et al., 2020).

En relación con lo esperado en el laboratorio de máquinas hidráulicas y teniendo en cuenta la importancia del bienestar de los equipos de trabajo, se requiere la implementación de una computadora para el correcto monitoreo y control inteligente de eventos. Una alternativa eficiente para alcanzar el objetivo es el uso

de la inteligencia artificial, ya que dispone de una robusta programación, la cual facilita la toma de decisiones en un sistema de IoT diseñado para el laboratorio de máquinas hidráulicas. La aplicación de redes neuronales, como modelos computacionales podrían construir positiva y significativamente el desempeño del sistema.

3.3 MEJORA CONTINUA

Con el propósito de realizar un seguimiento continuo a las máquinas hidráulicas del laboratorio y a los sistemas de bombeo, se requiere el diseño e implementación de equipos capaces de tomar decisiones y generar señales que permitan el diagnóstico de su estado de funcionamiento.

Este enfoque facilita la adquisición y análisis de datos en tiempo real de los sistemas, facilitando la detección temprana de anomalías y posibles fallas. De esta manera, se promueve la transición de un mantenimiento reactivo hacia un mantenimiento proactivo y predictivo, basado en información objetiva y sistemática.(Espinoza et al., 2022).

3.4 PREVENCIÓN DE FALLAS

En la ingeniería, la prevención de fallas en sistemas industriales y laboratorios, como los módulos de máquinas hidráulicas, es fundamental garantizar la eficiencia operativa de los sistemas, la seguridad de los procesos y la extensión de la vida útil de los equipos. La implementación de estrategias de mantenimiento orientadas a la proactividad ha demostrado ser económicamente favorable y ambientalmente responsable, ya que se disminuyen los tiempos muertos y permite un uso más eficiente de los recursos disponibles.

La implementación de estrategias de mantenimiento predictivo y preventivo se han convertido en un elemento fundamental para garantizar la confiabilidad de los sistemas. Esto no solo implica ejecutar intervenciones programadas, si no también realizar un seguimiento del estado de los equipos mediante tecnologías como el IoT, con el fin de anticipar posibles fallas en los equipos y sistemas del laboratorio de máquinas hidráulicas.

Según La optimización energética está altamente relacionada con la prevención de fallas, ya que un equipo que funciona de manera óptima tiene menor probabilidad de presentar desgastes o sobrecalentamientos que puedan ocasionar fallas. Esto es muy importante en ambientes académicos, como en los laboratorios, ya que los módulos operan de forma continua para fines educativos. Adaptar medidas para disminuir el consumo energético favorece no solo la confiabilidad y la eficiencia de los sistemas hidráulicos, sino también a la reducción de costos operativos. (Mañay et al., 2025).

4 METODOLOGIA

Para el desarrollo de la práctica empresarial se empleó una metodología aplicada, enfocada en la revisión, diagnóstico y mantenimiento de los módulos del Laboratorio de Máquinas Hidráulicas, así como el apoyo de las actividades académicas y actualización de la documentación técnica.

Las actividades iniciaron con una revisión general de los seis (6) módulos para conocer su estado y detectar posibles necesidades de intervención. Para el diagnóstico se realizaron inspecciones visuales, puesta en marcha y comprobación del funcionamiento de los equipos, considerando como criterios de revisión el estado físico de los componentes, presencia de desgaste o deterioro, condiciones de las conexiones, funcionamiento de los equipos, accesibilidad de los componentes e instrumentos y condiciones de operación.

Las actividades de mantenimiento se desarrollaron tomando como referencia la información técnica y los manuales de operación de los equipos. Las intervenciones se clasificaron como mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo o adecuación del módulo. Esta clasificación permitió establecer el tipo de intervención requerida en cada caso, teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento de los equipos y su utilización durante las prácticas académicas.

Finalmente, las actividades realizadas se registraron mediante Fichas de Mantenimiento, Reportes de Mantenimiento y evidencia fotográfica. Estos registros permitieron dejar constancia de las intervenciones realizadas y el estado de los módulos durante el desarrollo de la práctica.

5 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

5.1 ETAPA 1: Ejecución de Tareas de Mantenimiento Preventivo y/o Correctivo y verificación de equipos.

Esta etapa es el punto de partida para lograr garantizar el funcionamiento adecuado de cada sistema, detectar posibles fallas, contribuyendo así, el fortalecimiento de la formación académica y el desarrollo sostenible de la infraestructura del laboratorio de máquinas hidráulicas. En esta etapa, se presentan las siguientes dos subtareas.

5.1.1 Realizar el inventario de los equipos del laboratorio y verificar su correcto estado de funcionamiento.

La primera subtarea consistió en la elaboración de un inventario de los equipos existentes en el laboratorio de Máquinas Hidráulicas. Esta actividad fue esencial para contar con un registro organizado de los equipos disponibles, lo cual facilitara la identificación de sus características técnicas, su estado operativo y todos los requerimientos de mantenimiento. Asimismo, la actualización y el control de este inventario es muy importante, ya que esto demuestra una adecuada administración de los recursos para lograr garantizar una formación académica de excelencia. Esta actividad no respalda simplemente la administración de los recursos del laboratorio, sino que también sirve como un punto inicial para las actividades de mantenimiento del laboratorio de máquinas hidráulicas.

5.1.2 *Identificar posibles fallas en los equipos y ejecutar tareas de mantenimiento preventivo orientadas a su corrección.*

Una vez finalizado el inventario de los equipos el laboratorio de máquinas hidráulicas, la siguiente actividad fue la identificación de fallas. Esta etapa fue esencial para garantizar el correcto funcionamiento de todos los equipos y la continuidad de las actividades académicas. Este proceso se basó en la detección de posibles deterioros o desgaste en los sistemas; gracias a esto se logró intervenir de manera anticipada por medio de tareas de mantenimiento preventivo para dar solución a las posibles fallas antes de que se convirtieran en fallas mayores que comprometieran el rendimiento de los módulos de prácticas y como consecuencia las actividades académicas desarrolladas en el laboratorio.

5.2 ETAPA 2: Apoyo académico

Esta etapa fue fundamental para fortalecer el proceso formativo del laboratorio de máquinas hidráulicas, respaldando la labor del docente y reforzando el aprendizaje de los estudiantes mediante actividades de aprendizaje prácticas que se integran de manera efectiva al desarrollo académico, garantizando que los futuros ingenieros electromecánicos logren desarrollar las competencias necesarias para demostrar un desempeño de alto nivel. Además, se contribuye al mantenimiento de la alta calidad académica que demanda el programa.

5.2.1 Tutorías teórico-prácticas para resolución de inquietudes por parte de los estudiantes.

En la etapa 2 de apoyo académico, una de las actividades principales fue la implementación de tutorías. Estas sesiones se llevaron a cabo para con el fin de brindar un acompañamiento personalizado a los estudiantes, para resolver inquietudes y poder reforzar los conocimientos obtenidos en el aula de clase. El objetivo de estas tutorías fue asegurar una comprensión adecuada de los conocimientos adquiridos tanto teóricos como prácticos. Fortaleciendo el desempeño en la asignatura y en su futura labor, especialmente en el campo de sistemas hidráulicos.

Figura 1. Poster del horario de atención a estudiantes

AUXILIAR LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS Y MECANICA DE FLUIDOS 2026-1

JUAN SEBASTIAN RIVERA NIÑO



DIA	MAÑANA	TARDE
LUNES	6:00 - 12:00	12:00 - 14:00
MARTES	7:00 - 12:00	12:00 - 14:00
MIERCOLES	7:30 - 12:00	12:00 - 14:00
JUEVES	6:00 - 12:00	2:30 - 18:30
VIERNES	7:00 - 12:00	12:00 - 14:00
SABADO	6:00 - 7:30	-

3158962208
Jsrivera@uts.edu.co



#SOYUTEÍSTA




Ingeniería Electromecánica
Operación y Mantenimiento Electromecánico

Nota: Fuente, Autor

5.2.2 Actividades académicas

Para complementar las tutorías, se desarrollaron distintas actividades académicas adicionales. Esto con el fin de fortalecer el proceso formativo de los estudiantes, mediante asesorías relacionadas con la asignatura promoviendo el aprendizaje de una manera más participativa. Estas actividades fueron muy importantes para fortalecer los conocimientos y habilidades requeridas por el programa de ingeniería electromecánica, contribuyendo así a un proceso académico y formativo más completo.

5.3 ETAPA 3: Revisión y actualización de los manuales de los equipos del laboratorio

Esta etapa es muy importante para garantizar la sostenibilidad y el uso adecuado de todos los equipos del laboratorio de máquinas hidráulicas; por ello, esta etapa se centró en la revisión y actualización de los manuales de operación de los equipos.

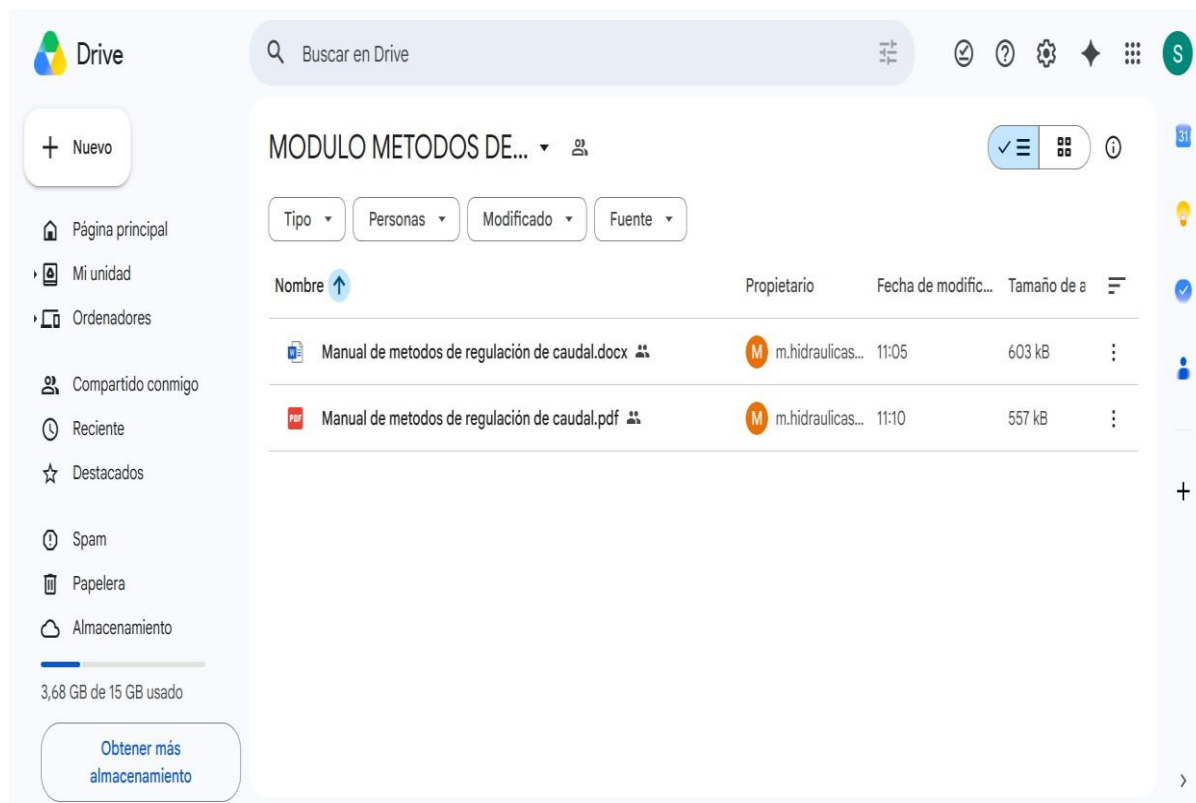
El objetivo principal de esta etapa fue asegurar que la información disponible para los estudiantes y docentes fuera la correcta, manteniendo una línea vigente de cada procedimiento, garantizando un uso seguro de los módulos, de esta manera se mantendrán los estándares de alta calidad de la institución educativa.

5.3.1 Detección de las deficiencias en los manuales y realizar los ajustes requeridos.

Esta actividad se orientó a realizar una revisión detallada de la documentación de los módulos y equipos disponibles en el laboratorio de máquinas hidráulicas, con el fin de detectar posibles inconsistencias en la información o aspectos que requieran ser mejorados en cuanto a la claridad, para proceder a realizar su respectiva corrección y actualización. Gracias a este proceso se aseguró

que los manuales presentaran la información correcta, y se pudieran utilizar como instrumentos técnicos confiables para el manejo seguro de los equipos y módulos del laboratorio.

Figura 2. Actualización de manuales a través de la cuenta de DRIVE



Nota. Fuente, autor

5.3.2 Incorporar nuevos procedimientos que contribuyan a la innovación y mejora de los módulos de prácticas del laboratorio

Una vez se revisados y actualizados los manuales de los módulos del laboratorio, se inició la siguiente actividad. Esta consistió en aplicar las mejoras y actualizaciones identificadas en los manuales de cada módulo. Se tuvo como objetivo principal garantizar que los estudiantes lograrán desarrollar las prácticas

con procedimientos, lo cual tuvo un impacto positivo para el proceso de aprendizaje y al mismo tiempo la seguridad de los estudiantes y de los equipos presentes en el laboratorio.

5.4 ETAPA 4: Análisis y mejora de los equipos del laboratorio de máquinas hidráulicas.

Esta etapa se centró en la revisión del estado de los módulos de prácticas y la identificación de posibles correcciones a partir de las condiciones encontradas durante las actividades de mantenimiento y verificación. Con base en estas observaciones, se realizaron acciones de mejora dirigidas a favorecer el funcionamiento, la disponibilidad y las condiciones de uso de los equipos del laboratorio.

5.4.1 Análisis de las condiciones de funcionamiento de los módulos

Esta actividad se basó en la revisión exhaustiva de las condiciones de funcionamiento y uso de los módulos de prácticas del laboratorio, teniendo en cuenta el estado de los equipos, sus componentes eléctricos y las condiciones requeridas para el desarrollo de las actividades académicas. Esta revisión fue de gran importancia ya que, permitió reconocer situaciones que requerían atención o mejora para favorecer el adecuado uso de los módulos.

5.4.2 Identificación de necesidades de mejora en los módulos de prácticas

A partir de la revisión realizada en los módulos de prácticas, se identificaron algunas condiciones que podían dificultar el desarrollo de las actividades académicas.

Entre estas deficiencias se encontró que el módulo de conexión de bombas en serie y paralelo presentaba dimensiones reducidas, lo que dificultaba la manipulación de sus componentes y el acceso a los equipos de medición durante

las prácticas. Esto permitió realizar una adecuación física del módulo para mejorar sus condiciones de uso y facilitar el desarrollo de las actividades experimentales.

5.4.3 Implementación de acciones de mejora en los módulos intervenidos.

Con base en las necesidades identificadas, se realizaron las mejoras correspondientes en los módulos que requerían intervención. En el caso del módulo de conexión de bombas en serie y paralelo, se efectuó el desmontaje y el redimensionamiento de su estructura, buscando ampliar el espacio disponible y facilitar el acceso a los equipos de medición. Esta intervención estuvo orientada a mejorar las condiciones de manipulación y utilización del módulo durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

6 RESULTADOS

En esta sección se presenta de manera detallada los resultados obtenidos durante el tiempo en que se llevó a cabo del trabajo de práctica en el laboratorio de máquinas hidráulicas. Se evidencian los logros alcanzados a lo largo de las diferentes actividades y etapas descritas con anterioridad a través de imágenes y otros soportes adicionales, permiten respaldar las actividades realizadas.

6.1 Verificación y Mantenimiento de equipos.

Como resultado de las actividades de verificación y mantenimiento realizadas en el Laboratorio de Máquinas Hidráulicas, se estableció un plan de mantenimiento dirigido a los seis (6) módulos de trabajo disponibles. Para llevar el registro y seguimiento de las condiciones de los equipos y de las intervenciones realizadas, se elaboraron las fichas técnicas y los reportes de mantenimiento de cada uno de los módulos disponibles en el laboratorio.

- **Inventario**

La actualización del inventario permitió validar la información correspondiente de los equipos y componentes disponibles en el Laboratorio de Máquinas Hidráulicas.

Este registro permitió organizar la información técnica de los módulos y disponer de una base para el seguimiento de las actividades de mantenimiento realizadas durante el desarrollo de la práctica. El registro completo del inventario se presenta en los “ANEXOS” del documento como soporte de la información recopilada.

Figura 3. Inventario del laboratorio de máquinas hidráulicas

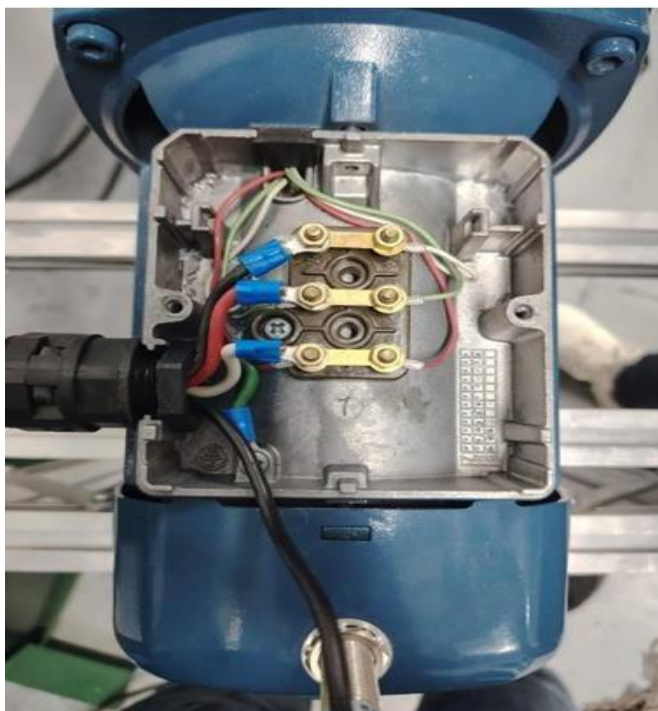
INGENIERIA ELECTROMECHANICA							
DEPENDENCIA: HIDRAULICAS							
UBICACIÓN: LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS SOTANO DEL "B"							
AUXILIAR 2026-1: JUAN SEBASTIAN RIVERA NIÑO							
INVENTARIO LABORATORIO							
CODIGO	CALCOMANIA	DESCRIPCION	FECHA	VALOR	COSTO	DEPENDENCIA	ESTADO
077093	2-10-A64517	ACCESORIOS PARA EL PLC. CABLE TP CRUZADO 4X2 CON CONECTORES RJ45 LONGITUD 6 M. MÓDULO DE SALIDAS ANALÓGICAS: 1 AO, +/- 10 VDC RESOLUCIÓN 12 BITS, 0-4-20 MA RESOLUCIÓN 11 BIT. REQUERIMIENTOS DE MARCA RECONOCIDA EN EL MERCADO NACIONAL POR MÁS DE 10 AÑOS.	02/10/2018	1.344.538,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BAJA
110124	2-10-A84968	AIRE ACONDICIONADO PISO TECHO DE 48.000 BTU. CAPACIDAD 48.000 BTU HR TIPO PISO TECHO TECNOLOGIA INVERTER (EFICIENCIA MENOR A 9 SEER CONTROL REMOTO INALAMBIRICO INCLUYE ACCESORIOS PARA INSTALACION. CONTRATO 002491 25	17/09/2025	12.205.878,49	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077633	2-10-A65024	BOMBAS CENTRIFUGAS - CARACTERÍSTICAS GENERALES: BOMBA CENTRÍFUGA: Q, 37 KW,30 - 80 L. /MIN, A 20, 1-12, 8 M; CON VARIADOR DE VELOCIDAD - MANÓMETROS TIPO BOURDON - PANEL DE CONTROL PARA EL VARIADOR - PERMITIENDO VARIAR LA VELOCIDAD; CON DISPLAY DE VISUALIZACIÓN QUE PERMITE CONOCER LAS R.P.M - DE LA BOMBA Y LA POTENCIA CONSUMIDA Y CON INTERRUPTOR ON/OFF, ACCESORIO DE DESCARGA, CON MANÓMETRO, MEDIDOR DE VACÍO, VÁLVULA DE CONTROL Y DIFUSOR	21/12/2018	2.605.042,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077634	2-10-A65025	BOMBAS CENTRIFUGAS - CARACTERÍSTICAS GENERALES: BOMBA CENTRÍFUGA: Q, 37 KW,30 - 80 L. /MIN, A 20, 1-12, 8 M; CON VARIADOR DE VELOCIDAD - MANÓMETROS TIPO BOURDON - PANEL DE CONTROL PARA EL VARIADOR - PERMITIENDO VARIAR LA VELOCIDAD; CON DISPLAY DE VISUALIZACIÓN QUE PERMITE CONOCER LAS R.P.M - DE LA BOMBA Y LA POTENCIA CONSUMIDA Y CON INTERRUPTOR ON/OFF. ACCESORIO DE DESCARGA, CON MANÓMETRO, MEDIDOR DE VACÍO, VÁLVULA DE CONTROL Y DIFUSOR	21/12/2018	2.605.043,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077088	2-10-A64512	CAUDALÍMETRO. CARACTERÍSTICAS: TAMAÑO DN 15 (1/2), DN 25 8), DN 50 (2), DN 80 (3), DISPLAY GRÁFICO COMPLETO DE 240 X 160 PÍXELES CON SELECCIÓN DE DOCE IDIOMAS. TUBOS DE MEDICIÓN. CARCASA DEL SENSOR 20 BAR, PRESIÓN DE ROTURA DE LA CARCASA DEL SENSOR.	02/10/2018	10.756.303,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
022364	2-10-A161456	CONTADOR DE ENERGIA DIGITAL	03/03/1998	1.780.000,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077635	2-10-A65026	DIAFRAGMA - CARACTERÍSTICAS GENERALES: BORDES REDONDEADOS DIAFRAGMAS CALIBRADOS EN UN RANGO DE DIÁMETRO DE (14 - 20) MM COMO DIÁMETRO INFERIOR Y UN RANGO DE (25 - 40) MM DE DIÁMETRO.	21/12/2018	5.294.118,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BAJA
013780	2-10-A10356	EQUIPO DE INYECCION DE RELES UNIV.	02/02/2006	2.000.000,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO

Nota. Fuente, autor

- **Identificación de fallas en los módulos de trabajo del laboratorio**

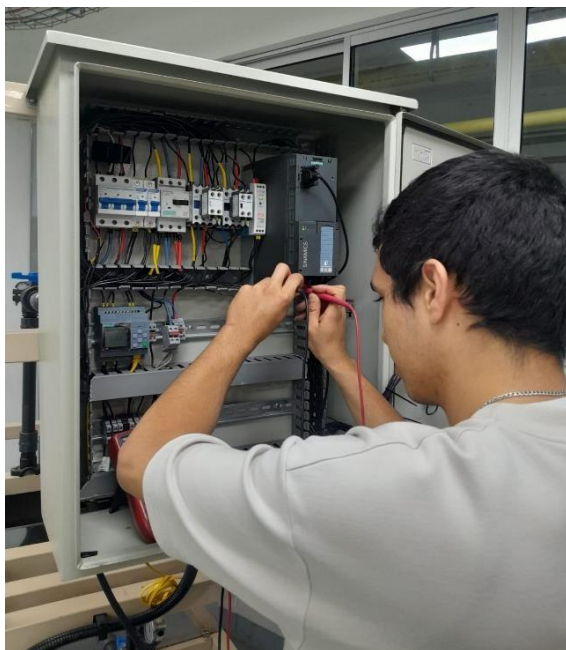
La revisión de los módulos permitió identificar deficiencias que requerían intervención y establecer el tipo de mantenimiento correspondiente, diferenciando entre necesidades de mantenimiento preventivo y correctivo. Estas actividades quedaron registradas en los documentos de mantenimiento elaborados para los módulos.

Figura 4. Revisión del cableado eléctrico de las electrobombas



Nota. Fuente, autor

Figura 5. Mantenimiento tablero eléctrico



Nota. Fuente, autor

En uno de los equipos se identificó el deterioro del ventilador de una bomba, ocasionado por el contacto con un sensor instalado previamente para determinar las revoluciones de giro. Como resultado de la intervención, se realizó el cambio del ventilador y el retiro del sensor.

Para futuras mediciones de velocidad se consideró el uso de un tacómetro láser, evitando interferencias con los elementos móviles de la bomba.

Figura 6. Aletas de ventilador de bomba partidas



Nota. Fuente, autor

Figura 7. Desmontaje de componente de bomba y revisión eléctrica



Nota. Fuente, autor

Figura 8. Cambio de ventilador



Nota: Fuente, autor

Figura 9. Montaje de componentes de bomba



Nota. Fuente, autor

6.2 Apoyo académico

- **Tutorías teórico – prácticas**

Como resultado, de las tutorías brindadas durante el semestre 2026-1 se contribuyó al fortalecimiento de las competencias prácticas de los estudiantes, especialmente en los conceptos y su aplicación durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio. La evidencia fotográfica permite respaldar el desarrollo de estas actividades de apoyo académico.

Figura 10. Apoyo académico a estudiantes de máquinas hidráulicas



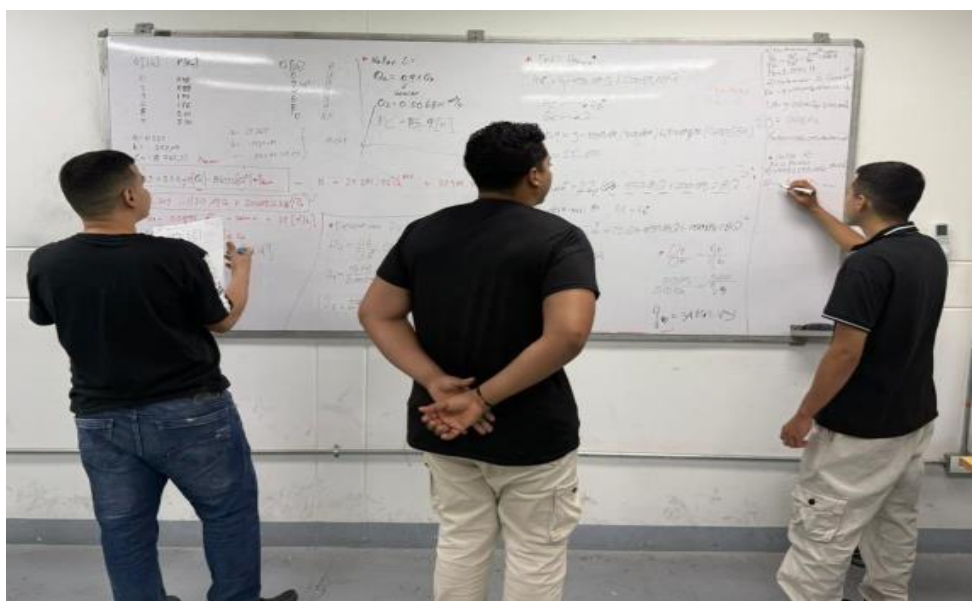
Nota. Fuente, autor

Figura 11. Tutorías a estudiantes de Máquinas Hidráulicas



Nota. Fuente, autor

Figura 12. Acompañamiento y tutorías a estudiantes



Nota. Fuente, autor

Figura 13. Asistencia y asesoría durante las prácticas de laboratorio



Nota. Fuente, autor

- **Actividades académicas**

Durante el semestre 2026-1 se desarrollaron tres (3) actividades académicas en el laboratorio de máquinas hidráulicas. Estas actividades permitieron ampliar el acompañamiento académico y facilitar el uso de los recursos disponibles para diferentes actividades.

- **Actividad Académica 1:** Corresponde a una visita técnica de estudiantes de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), orientada al intercambio de experiencias y al fortalecimiento de vínculos académicos entre instituciones. Esta actividad se encuentra respaldada mediante el informe institucional F-RI-25 Informe interacción en el apartado de “ANEXOS”.

- **Actividad académica 2:** En esta actividad se brindó acompañamiento a los estudiantes de Ingeniería Electromecánica durante las prácticas de Máquinas Hidráulicas, apoyando al ingeniero Miguel Arlenzo Durán Sarmiento, docente de la asignatura, en el desarrollo de las actividades y en el uso adecuado y seguro de los equipos del laboratorio.

Figura 14. Explicación teórica de la cavitación



Nota. Fuente, autor

Figura 15. Explicación y acompañamiento de la práctica de cavitación



Nota. Fuente, autor

- **Actividad académica 3:** Durante la última semana de parciales, brindando apoyo a la docente Paola Andrea Sanguino Barajaas, para la realización del tercer parcial de Mecánica de Fluidos del programa de Ingeniería Ambiental. Se facilitó el acceso a los módulos e instalaciones y se acompañó a los estudiantes durante la actividad evaluativa, velando por la seguridad y el uso adecuado de los módulos y quipos del laboratorio de máquinas hidráulicas.

Figura 16. Apoyo a los estudiantes durante la actividad evaluativa



Nota. Fuente, autor

6.3 Revisión, actualización e implementación de las mejoras en los manuales de los módulos del laboratorio

La revisión y actualización de los manuales de los módulos del Laboratorio de Máquinas Hidráulicas, permitió obtener una documentación técnica ajustada a las condiciones de los equipos. Asimismo, se verificó el funcionamiento de los códigos QR de los manuales, facilitando el acceso a la información técnica, contribuyendo al desarrollo de las prácticas académicas por parte de estudiantes y docentes

Tabla 1. Datos de inicio de sesión y recuperación de la cuenta GMAIL

DATOS DEL CORREO ELECTRONICO DEL LABORATORIO	
Dirección de correo electrónico:	m.hidraulicasyfluidos@gmail.com
Contraseña:	Lab.saludestructural
Fecha de nacimiento para recuperación:	18 de agosto de 1988
Correo de recuperación:	sebas727jhoan@gmail.com

Nota. Fuente: Autor

Figura 17. Código QR en el módulo de Cavitación



Nota. Fuente, autor

6.4 Adecuación de las condiciones de operación de los módulos

Se identificaron condiciones que podían dificultar el desarrollo de las actividades académicas. En particular, se evidenció que el módulo de bombas en serie y paralelo presentaba un espacio reducido para la manipulación de sus componentes y equipos de medición. A partir de esta condición, se realizó el desmontaje y posterior modificación dimensional del módulo.

La intervención permitió disponer de un espacio de trabajo más adecuado para la manipulación de los elementos durante las prácticas. El resultado se encuentra respaldado mediante el registro fotográfico del estado inicial, desmontaje y condición final del módulo.

Figura 18. Módulo de bombas en serie y paralelo



Nota. Fuente, autor

Figura 19. Desmontaje del modulo



Nota. Fuente, autor

Figura 20. Módulo de bombas en serie y paralelo con redimensionamiento



Nota. Fuente, autor

Adicionalmente, como resultado de las actividades de mantenimiento realizadas durante el semestre 2026-1, se realizaron seis (6) Fichas técnicas y seis (6) Reportes de Mantenimiento correspondientes a los módulos de trabajo intervenidos. Esto permitió documentar las condiciones encontradas y las acciones realizadas en cada equipo. En los “ANEXOS” se presenta evidencia de estos documentos.

Tabla 2. Ficha técnica de módulos de laboratorio

	FICHA TÉCNICA DE MÓDULOS DE LABORATORIO		Fecha: 00-04-2026
			Código: FT01
	LABORATORIO DE		Versión: 02
Nombre del módulo o equipo			
Código inventario interno			
Calcomanía UTS (si aplica)			
Responsable del módulo			
Riesgos Generales - SST			
Riesgo Eléctrico		Sobreesfuerzo Muscular	
Riesgo por Quemadura		Postura Forzada	
Riesgo por Corte o Golpe		Riesgos Por Soldadura	
Exposición a Gases y/o Vapores		Riesgos Ambientales	
Otros riesgos:			
Precauciones			
Utilizar equipo de protección adecuado (Gafas de seguridad, bata, guantes, etc.)			
Verificar conexiones antes de encender equipos y seguir instrucciones de manual de usuario			
Otras precauciones:			
Componentes	Cantidad	Características	Marca
Descripción de uso			

Nota. Fuente, laboratorista electromecánico

Tabla 3. Reporte mantenimiento preventivo

	REPORTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				Fecha: 00-04-2026	
					Código: MP01	
	LABORATORIO DE				Versión: 02	
Módulo o Equipo						
Código Inventario Interno						
Calcomanía UTS (si aplica)						
Fecha inicio						
Fecha Final						
Encargado						
Tipo mantenimiento	Inspección Visual		Limpieza		Lubricación	Cambio de partes
Riesgos Generales		Precauciones				
Riesgo Eléctrico		Revisar conexiones, usar EPP dieléctrico, desconectar antes de intervenir				
Riesgo por Corte o Golpe		Usar guantes anticorte y gafas, manipular con precauciones, mantener orden				
Exposición a Gases Refrigerantes		Trabajar en ventilación, usar mascarilla y guantes, detectar fugas con equipos				
Sobreesfuerzo Muscular		Aplicar técnica correcta de levantamiento y hacer pausas				
Postura Forzada		Ajustar mesas y equipos, alternar posiciones y usar herramientas ergonómicas				
Riesgos Ambientales		Disponer residuos correctamente, evitar derrames y cumplir normas ambientales				
Revisiones	B	R	M	N/A	Observaciones	
Sistema de alimentación eléctrico						
Motor						
Manómetros						
Termómetros						
Válvulas						
Evaporador						
Condensador						
Compresor						
Pintura						
Bombas						
Rotometro						
Vacuometro						
Caudalimetro						
Descripción de trabajo realizado						
Funcionando Correctamente		Repuestos o partes				
Fuera de Servicio						
Pendiente de Repuesto						

Nota. Fuente, laboratorista electromecánica

Tabla 4. Reporte mantenimiento correctivo

	REPORTE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO		Fecha: 00-04-2026
	LABORATORIO DE		Código: MC01 Versión: 02
Módulo o Equipo			
Código Inventario Interno			
Calcomanía UTS (si aplica)			
Fecha inicio			
Fecha Final			
Encargado			
Riesgos Generales		Precauciones	
Riesgo Eléctrico		Revisar conexiones, usar EPP dieléctrico, desconectar antes de intervenir	
Riesgo por Quemadura		Usar guantes, gafas térmicas, evitar contacto con superficies calientes y señalar	
Riesgo por Corte o Golpe		Usar guantes anticorte y gafas, manipular con precauciones, mantener orden	
Exposición a Gases Refrigerantes		Trabajar en ventilación, usar mascarilla y guantes, detectar fugas con equipos	
Sobreesfuerzo Muscular		Aplicar técnica correcta de levantamiento y hacer pausas	
Postura Forzada		Ajustar mesas y equipos, alternar posiciones y usar herramientas ergonómicas	
Riesgos Por Soldadura		Usar careta y guantes, ropa ignífuga, asegurar ventilación y extintor cercano	
Riesgos Ambientales		Disponer residuos correctamente, evitar derrames y cumplir normas ambientales	
Diagnóstico		Actividades	
		Inspección Visual	
		Verificación de conexión Eléctrica	
		Verificación de Partes Mecánicas	
		Limpieza de Componentes	
		Reemplazo de piezas	
		Calibración de instrumentos de medición	
Descripción del Mantenimiento Realizado			
Falla / A vería/ Daño (Correctivo) -Mejora (Preventivo)			
Antes		Después	
			
Recomendaciones / Sugerencias			

Nota. Fuente, laboratorista electromecánica

7 CONCLUSIONES

- Las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo permitieron identificar y atender deficiencias que requerían intervención en los módulos de prácticas del Laboratorio de Máquinas Hidráulicas. Esto permitió mantener los equipos en condiciones adecuadas para su utilización.
- La revisión y actualización de los manuales permitió ajustar la información técnica de acuerdo con las condiciones de los equipos, facilitando una documentación más clara y organizada para la consulta de estudiantes y docentes.
- Las actividades de apoyo académico, mediante tutorías teórico-prácticas y acompañamiento durante las prácticas de Máquinas Hidráulicas y Mecánica de Fluidos, permitieron brindar apoyo a los estudiantes en el desarrollo de las actividades y en el uso de los módulos disponibles en el laboratorio.
- La intervención realizada en el módulo de bombas en serie y paralelo permitió corregir la limitación de espacio que presentaba este módulo. El redimensionamiento mejoró las condiciones de acceso y manipulación de los componentes y equipos de medición, facilitando su utilización durante el desarrollo de las prácticas.

8 RECOMENDACIONES

- **Seguimiento del mantenimiento de los módulos:** Se recomienda establecer un seguimiento periódico del estado de los equipos, tomando como referencia los registros de mantenimiento disponibles, con el fin de identificar nuevas necesidades de intervención y programar el mantenimiento correspondiente.
- **Actualización continua de la documentación:** Se recomienda revisar periódicamente los manuales de operación y procedimientos de mantenimiento cuando se presenten modificaciones en los equipos o en su funcionamiento, con el fin de conservar información técnica actualizada y de fácil consulta.
- **Gestión y control del inventario:** Se recomienda realizar verificaciones del inventario de equipos, herramientas y componentes del laboratorio, registrando las novedades encontradas, como disponibilidad de equipos o incorporación de nuevos elementos, para mantener un control actualizado de los recursos del laboratorio.
- **Continuidad del acompañamiento académico:** Se recomienda fortalecer las actividades de acompañamiento académico en el laboratorio, de acuerdo con las necesidades de los estudiantes, especialmente en las actividades que requieran mayor orientación teórico-práctica.
- **Revisión de los módulos de práctica:** Se recomienda realizar revisiones periódicas del estado de los módulos, verificando las condiciones físicas, funcionales, de seguridad y accesibilidad de cada uno, con el propósito de identificar necesidades de intervención o posibles mejoras.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, B., Manuel, E., Mendoza, U., Daniel, C., & Muños-Najar, S. (2023). Mejora de un Plan de Mantenimiento de un Sistema de Bombeo en una Empresa Minera, aplicando la Metodología del Mantenimiento centrado en la Confiabilidad (RCM). In *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671321>
- Astócondor Villar, J. (2018). *“Modelado y control de sistema fotovoltaico con seguimiento del punto de máxima potencia para electrobombas solares en agricultura”*. Universidad Nacional del Callao.
- Espino, L., Pérez, Y., & Cossio, E. (2020). Propuesta de un sistema de control, monitoreo y asistencia para optimización de recursos energéticos en el hogar. In *Research in Computing Science* (Vol. 32, Number 11). https://www.rcs.cic.ipn.mx/2020_149_11/Propuesta%20de%20un%20sistema%20de%20control%20monitoreo%20y%20asistencia%20para%20optimizaci%20on%20de%20recursos.pdf
- Espinoza, A., Limón, P., Ruíz, E., & Mass, J. (2022). *Generador y analizador de señales PWM para la evaluación de máquinas hidráulicas*. https://www.researchgate.net/profile/Rosa-Curiel-Morales/publication/373173752_Identificacion_basica_de_riesgos_ergonomicos_en_puestos_de_trabajo_con_PVD/links/64de6ed4177c59041300969b/Identificacion-basica-de-riesgos-ergonomicos-en-puestos-de-trabajo-con-PVD.pdf#page=45
- Friedrich, F. E. J., García Álvarez, F. J., Del, M., & Marrero Hernández, C. (2018). *APROXIMACIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS MEDIANTE LA ECUACIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA AN APPROACH TO FLUID MECHANICS BY MEANS OF THE GENERAL ENERGY CONSERVATION EQUATION* Universidad de La Laguna.
- Mañay, E., Hidalgo, W., & Vásquez, P. (2025). Optimización de sistemas de bombeo en redes de distribución de agua: análisis de eficiencia energética y reducción de pérdidas por fricción. In *Revista Ingenio global* (Vol. 4, Number 1). Iyayku Innovación Tecnológica Iyaykutech Cía Ltda. <https://doi.org/10.62943/riq.v4n1.2025.217>

Quispe Choccelahua, J. F. (2012). *Análisis de la eficiencia energética de electrobombas controlados por variadores de velocidad* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/2973>

Riaño Valle, F. (2020). Antecedentes de la conocida ecuación de Bernoulli. In *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, ISSN-e 1680-0338, ISSN 2788-6050, Vol. 41, Nº. 1 (Enero-Abril), 2020, págs. 71-84 (Vol. 41, Number 1). Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría. Cujae. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10076585&info=resumen&idoma=ENG>

10 ANEXOS

ANEXO A

Figura 21. Inventario de Laboratorio de Máquinas Hidráulicas

INGENIERIA ELECTROMECHANICA							
DEPENDENCIA: HIDRAULICAS							
UBICACIÓN: LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS, SOTANO DEL "B"							
RESPONSABLE: COORDINACION INGENIERIA ELECTROMECHANICA							
AUXILIAR 2026-1: JUAN SEBASTIAN RIVERA NIÑO							
CODIGO	CALCOMANIA	DESCRIPCION	FECHA	VALOR	CENTRO DE COSTO	DEPENDENCIA	ESTADO
077093	2-10-A64517	ACCESORIOS PARA EL PLC. CABLE TP CRUZADO 4X2 CON CONECTORES RJ45 LONGITUD 6 M. MÓDULO DE SALIDAS ANALÓGICAS: 1 AO, +- 10 VDC RESOLUCIÓN 12 BITS, O 4-20 MA RESOLUCIÓN 11 BIT. REQUERIMIENTOS DE MARCA RECONOCIDA EN EL MERCADO NACIONAL POR MÁS DE 10 AÑOS.	02/10/2018	1.344.538,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BAJA
110124	2-10-A84968	AIRE ACONDICIONADO PISO TECHO DE 48.000 BTU. CAPACIDAD 48.000 BTU HR TIPO PISO TECHO TECNOLOGIA INVERTER EFICIENCIA MENOR A 9 SEER CONTROL REMOTO INALAMBICO INCLUYE ACCESORIOS PARA INSTALACION. CONTRATO 002491 25	17/09/2025	12.205.878,49	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077633	2-10-A65024	BOMBAS CENTRIFUGAS - CARACTERÍSTICAS GENERALES: BOMBA CENTRÍFUGA: 0, 37 KW,30 - 80 L. /MIN. A 20, 1-12, 8 M; CON VARIADOR DE VELOCIDAD - MANÓMETROS TIPO BOURDON - PANEL DE CONTROL PARA EL VARIADOR - PERMITIENDO VARIAR LA VELOCIDAD; CON DISPLAY DE VISUALIZACIÓN QUE PERMITE CONOCER LAS R.P.M - DE LA BOMBA Y LA POTENCIA CONSUMIDA Y CON INTERRUPTOR ON/OFF. ACCESORIO DE DESCARGA, CON MANÓMETRO, MEDIDOR DE VACÍO, VÁLVULA DE CONTROL Y DIFUSOR	21/12/2018	2.605.042,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077634	2-10-A65025	BOMBAS CENTRIFUGAS - CARACTERÍSTICAS GENERALES: BOMBA CENTRÍFUGA: 0, 37 KW,30 - 80 L. /MIN. A 20, 1-12, 8 M; CON VARIADOR DE VELOCIDAD - MANÓMETROS TIPO BOURDON - PANEL DE CONTROL PARA EL VARIADOR - PERMITIENDO VARIAR LA VELOCIDAD; CON DISPLAY DE VISUALIZACIÓN QUE PERMITE CONOCER LAS R.P.M - DE LA BOMBA Y LA POTENCIA CONSUMIDA Y CON INTERRUPTOR ON/OFF. ACCESORIO DE DESCARGA, CON MANÓMETRO, MEDIDOR DE VACÍO, VÁLVULA DE CONTROL Y DIFUSOR	21/12/2018	2.605.042,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077088	2-10-A64512	CAUDALÍMETRO. CARACTERÍSTICAS: TAMAÑO DN 15 (1/2), DN 25 81), DN 50 (2), DN 80 (3), DISPLAY GRÁFICO COMPLETO DE 240 X 160 PÍXELES CON SELECCIÓN DE DOCE IDIOMAS. TUBOS DE MEDICIÓN. CARCASA DEL SENSOR 20 BAR, PRESIÓN DE ROTURA DE LA CARCASA DEL SENSOR.	02/10/2018	10.756.303,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
022364	2-10-A161456	CONTADOR DE ENERGIA DIGITAL	03/03/1998	1.780.000,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077635	2-10-A65026	DIAFRAGMA - CARACTERÍSTICAS GENERALES: BORDES REDONDEADOS DIAFRAGMAS CALIBRADOS EN UN RANGO DE DIÁMETRO DE (14 - 20) MM COMO DIÁMETRO INFERIOR Y UN RANGO DE (25 - 40) MM DE DIÁMETRO.	21/12/2018	5.294.118,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BAJA
013780	2-10-A10536	EQUIPO DE INYECCION DE RELES UNIV.	02/02/2006	2.000.000,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
013781	2-10-A10537	EQUIPO DE INYECCION DE RELES UNIV.	02/02/2006	2.000.000,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO

F-DC-128

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
EN MODALIDAD DE PRÁCTICA

VERSIÓN: 2.0

077104	2-10-A64528	FUENTES DE ALIMENTACIÓN. CARACTERÍSTICAS: FUENTES DE ALIMENTACIÓN 24 VOLTS DC. CORRIENTE MÁXIMA 2A. PROTECCIONES ELÉCTRICAS PARA LA FUENTE.	02/10/2018	462.185,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BAJA
013778	2-10-A10539	RELE SOBRE CORRIENTE DIRECCIONAL	02/02/2006	300.000,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
013779	2-10-A10540	RELE SOBRE CORRIENTE DIRECCIONAL	02/02/2006	300.000,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077638	2-10-A65029	ROTÁMETRO - CARACTERÍSTICAS GENERALES: USO: ESTRUCTURA DE ALUMINIO ANODIZADO Y PANEL EN ACERO PINTADO - ROTÁMETRO DE ÁREA VARIABLE CON FLOTADOR - RANGO DE MEDIDA: 600-6000 L/H. MATERIAL: PVC TRANSPARENTE - CLASE DE PRECISIÓN: 4. ENCHUFES RÁPIDOS PARA UNA FÁCIL CONEXIÓN.	21/12/2018	8.235.294,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077592	2-10-A64983	ROTÁMETROS DE TUBO METÁLICO CON PANTALLA (DISPLAY) LCD PARA LA INDICACIÓN LOCAL. CARACTERÍSTICAS GENERALES: CONEXIÓN A PROCESO: 1/2 A 1. EXACTITUD: +5% DE LA ESCALA TOTAL CAUDAL MÍNIMO: 8 157 IB/H. CAUDAL MÁXIMO: 300 000 LB/H. PRESIÓN MÁXIMA DE PROCESO: 200 BAR TEMPERATURAS NOMINALES. FLUIDO DE PROCESO -50 ... 200 °C (-58 ... 392 °F). AMBIENTE -40 ... 60 °C (-40 ... 140 °F)» DISPLAY -20 ... +60 °C (-4 ... +140 °F)	21/12/2018	6.764.706,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077594	2-10-A64985	ROTÁMETROS DE TUBO METÁLICO CON PANTALLA (DISPLAY) LCD PARA LA INDICACIÓN LOCAL. CARACTERÍSTICAS GENERALES: CONEXIÓN A PROCESO: 1/2 A 1. EXACTITUD: +5% DE LA ESCALA TOTAL CAUDAL MÍNIMO: 8 157 IB/H. CAUDAL MÁXIMO: 300 000 LB/H. PRESIÓN MÁXIMA DE PROCESO: 200 BAR TEMPERATURAS NOMINALES. FLUIDO DE PROCESO -50 ... 200 °C (-58 ... 392 °F). AMBIENTE -40 ... 60 °C (-40 ... 140 °F)» DISPLAY -20 ... +60 °C (-4 ... +140 °F)	21/12/2018	6.764.706,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO

077595	2-10-A64986	ROTÁMETROS DE TUBO METÁLICO CON PANTALLA (DISPLAY) LCD PARA LA INDICACIÓN LOCAL. CARACTERÍSTICAS GENERALES: CONEXIÓN A PROCESO: 1/2 A 1. EXACTITUD: +5% DE LA ESCALA TOTAL CAUDAL MÍNIMO: 8 157 IB/H. CAUDAL MÁXIMO: 300 000 LB/H. PRESIÓN MÁXIMA DE PROCESO: 200 BAR TEMPERATURAS NOMINALES. FLUIDO DE PROCESO -50 ... 200 °C (-58 ... 392 °F). AMBIENTE -40 ... 60 °C (-40 ... 140 °F)» DISPLAY -20 ... +60 °C (-4 ... +140 °F)	21/12/2018	6.764.706,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077100	2-10-A64524	TACÓMETROS DIGITALES DE DISPARO. CARACTERÍSTICAS: SEÑAL DE SALIDA: SALIDA ANALÓGICA Y DE PULSOS. PANTALLA LCD PARA LA INDICACIÓN. PRESIÓN: +- 1 DÍGITO. A PRUEBA DE POLVO Y CAÍDAS (IP 50) DISTANCIA OBJETO (SIN CONTACTO) 500MMM	02/10/2018	3.277.311,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BAJA
077628	2-10-A65019	TRANSMISORES PARA PRESION RELATIVE Y ABSOLUTA. CARACTERÍSTICAS GENERALES: TRANSMISOR DE PRESIÓN CON ESCUADRA DE MONTAJE- (1 ESCUADRA, 2 TUERCAS, 2 ARANDELAS EN U O 1 ABRAZADERA, 2 TUERCAS, 2 ARANDELAS EN U) DE: ACERO A01- ACERO INOXIDABLE 304 A02 - ACERO INOXIDABLE 316L A03 -CONECTOR: HAN 7D (METÁLICO) A30 - HAN 8D (EN LUGAR DE HAN 7D) A31 - ACODADO A32 - HAN 8D (METÁLICO) A33 - CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD (COMPROBACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE 5 PUNTOS) SEGÚN IEC 60770-2 1) C11 - CERTIFICADO DE PRUEBA Y DE RECEPCIÓN2) C12 - SEGÚN EN 10204-3.1 - CERTIFICADO DE FÁBRICA C14 - SEGÚN EN 10204-2.2- SEGURIDAD FUNCIONAL (SIL2) (EN PREPARACIÓN) - APARATOS APROPIADOS PARA EL USO SEGÚN IEC 61508 E IEC 61511, INCL. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD SIL - C20 - SEGURIDAD FUNCIONAL (SIL2/3) - APARATOS APROPIADOS PARA EL USO SEGÚN IEC 61508 E IEC 61511, INCL. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD SIL C23	21/12/2018	4.789.916,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
077637	2-10-A65028	TUBO VENTURI - CARACTERÍSTICAS GENERALES: TUBO VENTURI CON 6 TOMAS DE PRESIÓN DIÁMETRO DEL ORIFICIO (15 A 25) MM DIÁMETRO AGUAS ARRIBA (35 A 50) M, (DIVERGENTE/ CONVERGENTE).	21/12/2018	6.302.521,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
013782	2-10-A10538	UNIDAD PORTATIL CAMBIADORA DE FASES	02/02/2006	2.000.000,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	
060215	2-14-A51353	COMPRESOR 2HP 1.5KWPROF 25L	19/08/2014	280.000,00	UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

F-DC-128

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
EN MODALIDAD DE PRÁCTICA

VERSIÓN: 2.0

019094	2-18-A2093	ARCHIVADOR AEREO	26/11/2003	194.800,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
019298	2-18-A2077	ARCHIVADOR INFERIOR	26/11/2003	260.400,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	DAÑADO
022975	2-18-A09893	ARCHIVADOR VERTICAL	31/12/2004	107.114,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
019933	2-18-A2052	BIBLIOTECA	23/02/1987	1.544.965,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
019300	2-18-A2079	BIBLIOTECA	13/04/1998	442.849,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
057184	2-18-A47901	MODULO DE COMPUTADOR 100X70	29/07/2013	534.805,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
017594	2-18-A1317.	SILLA FIJA PLASTICA UNIVERSITARI	03/03/2003	92.340,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
017599	2-18-A1322	SILLA FIJA PLASTICA UNIVERSITARI	03/03/2003	92.340,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
017603	2-18-A1326	SILLA FIJA PLASTICA UNIVERSITARI	03/03/2003	92.340,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
017607	2-18-A1330.	SILLA FIJA PLASTICA UNIVERSITARI	03/03/2003	92.340,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
014929	2-18-A16006	SILLA INTERLOCUTORA FIJA	27/10/2006	137.600,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
000817	2-18-A16017	SILLA INTERLOCUTORA FIJA	15/06/2007	137.600,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
014940	2-18-A16019	SILLA INTERLOCUTORA FIJA	27/10/2006	137.600,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO

015029	2-18-A16107	SILLA INTERLOCUTORA FIJA	27/10/2006	137.600,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
057041	2-18-A47934	SILLA INTERLOCUTORA NEGRA	31/07/2013	189.844,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
017872	2-18-A05741	SILLA UNIVERSITARIA	26/11/2003	105.000,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
062540	2-18-A52516	SILLA UNIVERSITARIA: SILLA FIJA CON ASIENTO Y ESPALDAR EN CARCASAS DE POLIPROPILENO	19/05/2015	203.500,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
062543	2-18-A52519	SILLA UNIVERSITARIA: SILLA FIJA CON ASIENTO Y ESPALDAR EN CARCASAS DE POLIPROPILENO	19/05/2015	203.500,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

F-DC-128

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
EN MODALIDAD DE PRÁCTICA

VERSIÓN: 2.0

022712	2-18-A09649	SUPERFICIE DE TRABAJO	31/12/2004	141.469,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
023284	2-18-A10372	SUPERFICIE DE TRABAJO	31/12/2004	141.469,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
019292	2-18-A10445	SUPERFICIE DE TRABAJO	26/11/2003	141.469,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
006539	2-18-A24873	SUPERFICIE DE TRABAJO 60*1.10	26/12/2007	161.000,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
065499	2-18-A57770	TABLERO BLANCO DIMENSIONES 120CMS*240 CMS	23/05/2015	250.300,00	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO
067651	2-24-C58551	TECLADO DELL (DONACION UIS)	18/12/2015		UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BAJA
091890	4-18-C71567	ARCHIVADOR GABINETE SUPERIOR L60. GABINETE Aéreo Metálico HORIZONTAL PARA OFICINA DE 60CM DE FRENTE X 40 CM DE ALTO X 40 CM DE FONDO, CON CUERPO FABRICADO EN Lámina COLD ROLLED CALIBRE 22 DE UNIONES EN SOLDADURA TIPO MIG, Fijación A PARED Y FRENTE-TAPA EN MADERA LAMINA MELAMINICA DE 15 MM, ACOPLADA CON SISTEMA ELEVADIZO MEDIANTE MECANISMO DE BRAZO DE CILINDRO Hidráulico, CHAPA DE SEGURIDAD Y MANIJA DE AGARRE. ACABADOS Metálicos Y RECUBRIMIENTO EN PINTURA Electroestática.	21/06/2021	426.310,92	UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS	BUENO

Nota. Fuente, autor

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

ANEXO B

Figura 22. Manual de pérdidas en tuberías



EVALUACIÓN DE LA PÉRDIDA DE ENERGÍA EN TUBERÍAS DE DIFERENTE MATERIAL

*Maquinas Hidráulicas, PEM405, Departamento de Ciencias Básicas, Unidades
Tecnológicas de Santander.*



RESUMEN:

Esta guía practicas tiene como **OBJETIVO PRINCIPAL** analizar cómo el caudal y la temperatura afectan la pérdida de energía en diferentes tipos de materiales de tuberías. Se busca establecer una comparación entre las pérdidas de energía de cada material en función de la temperatura, utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach para determinar las pérdidas de energía. la metodología se basa en la utilización de un banco de pruebas para medir presiones en tuberías de distintos materiales. Los datos obtenidos son tabulados y comparados con datos teóricos, permitiendo la creación de gráficas y tablas que muestran la relación entre el caudal y la temperatura. Esta práctica es fundamental para comprender las pérdidas de energía en sistemas de transporte de fluidos, lo cual es crucial para grandes empresas del sector industrial que requieren transportar fluidos a través de largas distancias.

Palabras Clave: Número de Reynolds; Ecuación de la energía; Factor de fricción.

ABSTRACT: This laboratory guide aims to analyze how flow rate and temperature affect energy loss in different types of pipe materials. The goal is to compare the energy losses of each material as a function of temperature, using the Darcy-Weisbach equation to determine the energy losses. The methodology is based on the use of a test bench to measure pressures in pipes of different materials. The obtained data are tabulated and compared with theoretical data, allowing the creation of graphs and tables that show the relationship between flow rate and temperature. This practice is essential for understanding energy losses in fluid transport systems, which is crucial for large industrial companies that need to transport fluids over long distances.

Keywords: Reynolds number; Energy equation; Friction factor

1. INTRODUCCIÓN

El transporte de fluidos a través de tuberías es una actividad esencial en diversas industrias, especialmente en aquellas que requieren el movimiento de grandes volúmenes de líquidos o gases a lo largo de extensas distancias. La eficiencia de este transporte depende en gran medida de la pérdida de energía que ocurre debido a la fricción entre el fluido y las paredes de la tubería, así como por los accesorios y cambios de dirección que el sistema pueda tener.

La ecuación de Darcy-Weisbach es una herramienta fundamental en este análisis, ya que permite calcular la pérdida de carga debida a la fricción en una longitud determinada de tubería. En esta práctica, se utilizará un banco de pruebas para medir las presiones en tuberías de diversos materiales.

Los resultados obtenidos de esta práctica no solo ayudarán a estudiantes y profesionales a comprender mejor las dinámicas de las pérdidas de energía en sistemas de tuberías, sino que también proporcionarán información valiosa para la industria en la optimización del diseño y operación de sistemas de transporte de fluidos.

2. FUNDAMENTACION TEORICA

Numero de Reynolds: El número de Reynolds (Re) es un parámetro adimensional utilizado en la mecánica de fluidos para caracterizar el flujo de un fluido dentro de una tubería u otro conducto. Fue introducido por el científico Osborne Reynolds en el siglo XIX. Este número permite predecir el tipo de flujo que se desarrollará en el sistema, ya sea laminar, transitorio o turbulento.

El numero de Reynolds se define como:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (1)$$

Donde:

- ρ = es densidad del fluido en $[Kg/m^3]$
- V = es velocidad media del fluido en $[m/s]$
- μ = es la viscosidad dinámica del fluido en $[kg/m \times s]$
- D = es el diámetro hidráulico de la tubería.

Ecuación de Darcy-Weisbach: La ecuación de Darcy- Weisbach es crucial para el diseño y análisis de sistemas de tuberías porque permite calcular las pérdidas de energía debido a la fricción, lo cual es esencial para dimensionar correctamente las bombas, optimizar el transporte de fluidos y minimizar costos operativos. La ecuación es aplicable a una amplia variedad de tipos de flujo y condiciones de tuberías, lo que la hace muy versátil y ampliamente utilizada en la ingeniería de fluidos.

La ecuación se expresa como:

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

Donde:

h_f = es la pérdida por carga de fricción.

f = es el factor de fricción de Darcy-Weisbach.

L = es la longitud de la tubería (m)

D = es el diámetro hidráulico de la tubería (m)

V = es la velocidad media del fluido (m/s)

g = es la aceleración debida a la gravedad.

3. MATERIALES Y EQUIPOS

- Bomba centrífuga, EVANS PEP 05A16L, 220 V, 60 Hz.
- Válvula de estrangulamiento
- Termómetro
- Manómetro en U
- Manómetro
- Vacuómetro
- Tanque
- Tomas de Presión

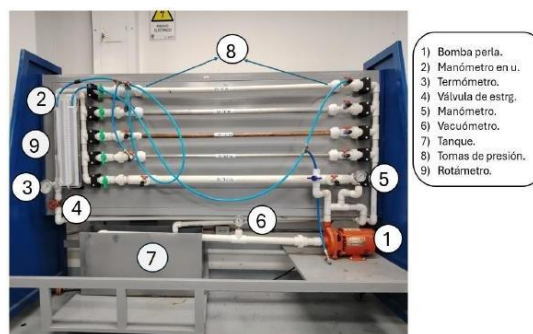


Imagen 1. Banco de Pruebas

4. METODOLOGIA

Recomendaciones:

Antes de iniciar la puesta en marcha del sistema es importante que siga estas instrucciones.

Inspección general: Proceda a Verificar que todas las conexiones eléctricas y mecánicas estén correctamente realizadas.

- Revise que no haya partes dañadas o faltantes.
- Asegúrese de que el área de trabajo esté limpia y segura.
- Asegúrese de que el tanque de agua se encuentre lleno.
- Compruebe que la tensión de alimentación del sistema sea 220 V-2ø a 60 Hz

Proceso de puesta en marcha:

Una vez realizadas las verificaciones anteriores, se puede proceder al arranque del sistema ejecutando las siguientes instrucciones.

Realizar cebado: Se abre la llave de paso ubicada en la ramificación de la tubería de descarga y se llena con agua. Es importante cerrar luego del cebado para evitar derrames de agua.

Arranque:

- A. Conecte las tomas de presión de la tubería que desea caracterizar al manómetro
- B. Abra la llave de paso de esta tubería y cierre las de las demás tuberías
- C. Accione el pulsador START del sistema

Toma de datos: Una vez el sistema se encuentre en operación proceda a seguir el siguiente paso a paso:

1. Mida el tramo de tubería a analizar
2. Ajuste la apertura parcial de la válvula de estrangulamiento
3. Registre la temperatura del fluido
4. Registre la lectura de caudal correspondiente a esta apertura de la válvula mediante el rotámetro
5. Anote los datos de presión la succión y descarga de la bomba.
6. Lea la diferencia de altura en el manómetro en U [mm Hg]
7. Repita los pasos del 2 al 6 las veces que le sea indicado por el profesor.
8. Apague el sistema para cambiar de tubería

NOTA: SI DESEA HACER PRUEBAS EN FUNCION DEL CAMBIO DE TEMPERATURA DEBE AÑADIR UNA RESISTENCIA AL TANQUE.

5. CALCULOS Y RESULTADOS

Propiedades del agua:

Para utilizar las propiedades del agua en los cálculos se debe tener en cuenta la temperatura del termómetro. Se debe consultar la densidad, peso específico y viscosidad del agua a esta temperatura.

Propiedades de la tubería.

las primeras cuatro tuberías son de 1 pulgada diámetro comercial y sus materiales son: PVC, galvanizado, cobre, acero inoxidable respectivamente. Consultar: diámetro, área y rugosidad.

La última tubería es de PVC 1 1/2 consultar: Diámetro, área y rugosidad.

Velocidad: La velocidad se determina a partir del caudal medido

$$V = \frac{Q}{A} \quad (3)$$

Donde:

- Q = Es el caudal medido en el rotámetro
- A = Es el área de la tubería

Factor de Darcy-weisbach:

El factor de fricción f depende del régimen de flujo (laminar o turbulento). Para ello determine el número de Reynolds definido (ecuación 1)

- Para flujo laminar:

$$f = \frac{64}{Re} \quad (4)$$

- Para flujo turbulento:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right) \quad (5)$$

Perdidas por Ecuación de Darcy-Weisbach:

Remplazar en f , v en: (ecuación 2)

Entonces $hf = [m]$

Convertir esta pérdida a un diferencial de presión se multiplica por el peso específico.

Entonces $\Delta P = hf * \gamma$ [Pa]

Perdidas experimentales:

La pérdida obtenida en mmHg se convierte a diferencial de presión al multiplicarlo por 133.3

$$\text{Entonces } \Delta P = hf(\text{mmHg}) * 133.3 \text{ [Pa]}$$

Análisis de Datos:

Tabule y grafique los datos obtenidos de tal forma que sean comparables, puede guiarse del siguiente ejemplo de comparación de pérdidas en la tubería 1.

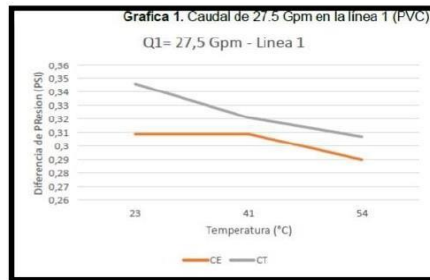


Imagen 2. Grafica de pérdidas. Fuente: Gómez, 2022

6. CONCLUSIONES

- Este tipo de análisis es crucial para la industria, donde la eficiencia en el transporte de fluidos puede traducirse en ahorros significativos de energía y costos operativos. La práctica ha resaltado la necesidad de seleccionar adecuadamente los materiales de las tuberías y de considerar las condiciones operativas para minimizar las pérdidas de energía y mejorar el rendimiento de los sistemas de transporte de fluidos.

En resumen, esta práctica ha proporcionado un valioso entendimiento de los principios de la mecánica de fluidos aplicados a sistemas de tuberías y ha destacado la relevancia de la ecuación de Darcy-Weisbach en la ingeniería moderna. La capacidad de predecir y mitigar las pérdidas de energía es esencial para el desarrollo de sistemas más eficientes y sostenibles en la industria.

7. ANEXOS

Ficha técnica bomba:

<https://www.printfriendly.com/p/g/pZW1.92>

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Mataix, C. (2005). Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas - 2b: Edición. Alfaomega Grupo Editor.

Gomez Mendez, J. A., & Rueda Lucuara, J. E. (2022).

Evaluación de la pérdida de energía en un fluido en tuberías de diferente material, usando la ecuación de Darcy-Weisbach, mediante la variación de temperatura y caudal.

<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/10529>

ANEXO C

Figura 23. Manual de medidores de caudal



ANÁLISIS DE FLUJO VOLUMÉTRICO MEDIANTE INSTRUMENTOS DIGITALES Y ANALÓGOS

*Maquinas Hidráulicas, PEM405, Departamento de Ciencias Básicas, Unidades
Tecnológicas de Santander.*

RESUMEN:

Esta guía pretende realizar el análisis de medidores de caudal al evaluar y comparar el desempeño de instrumentos digitales y analógicos para medir el flujo volumétrico en diversas aplicaciones industriales. El banco cuenta con medidores electromagnéticos, de flujo de área variable y analógicos cada uno con sus ventajas y limitaciones. Este análisis considera el desempeño de cada medidor en diferentes condiciones de operación (Frecuencia de operación) y compara los resultados de los instrumentos digitales y analógicos para determinar cuál es el más preciso respecto al medidor patrón. En resumen, este análisis es esencial para garantizar mediciones precisas y confiables, de cara a la utilización de estos equipos de medida en la industria.

Palabras Claves: Sistemas hidráulicos; Bombas centrifugas; cebado; Variador de Frecuencia; Caudalímetro.

ABSTRACT:

This guide aims to analyze flow meters by evaluating and comparing the performance of digital and analog instruments for measuring volumetric flow in various industrial applications. The bench is equipped with electromagnetic meters, variable area flow meters, and analog meters, each with their own advantages and limitations. This analysis considers the performance of each meter under different operating conditions (operating frequency) and compares the results of the digital and analog instruments to determine which is the most accurate compared to the standard meter. In summary, this analysis is essential for ensuring accurate and reliable measurements when using these measurement devices in the industry

Key Words: Hydraulic systems; Flow meters; Volumetric Flow; Accuracy

1. INTRODUCCION

Esta práctica de laboratorio tiene como propósito realizar una investigación experimental para analizar diferentes tipos de medidores de caudal, como el Tubo Venturi, la placa de orificio, contador de caudal FILL RITE, rotámetro de área variable. evaluando su rendimiento en diversas condiciones de operación (cambio de frecuencia). Para ello, se efectuarán pruebas en este banco que cuenta con cada uno de estos elementos y un medidor Patrón Siemens MAG6000.

La práctica comparará medidores digitales y analógicos para determinar cuál es más preciso y confiable respecto al equipo patrón. La realización de esta investigación experimental proporcionará resultados precisos y confiables sobre el desempeño tipo de cada de medidor, ayudando a seleccionar el más adecuado para identificar las limitaciones y ventajas de cada medidor.[1]

2. FUNDAMENTO TEORICO

• Transmisor de caudal.

Un transmisor de caudal es un dispositivo que mide el caudal volumétrico de un fluido y envía una señal eléctrica proporcional al caudal medido. Para calcular el caudal.

A partir de la señal eléctrica del transmisor se utiliza una ecuación de calibración específica para cada tipo de transmisor y medición. $Q = k \cdot S$ Q es el caudal volumétrico K es una constante de calibración específica del transmisor, y S es la señal eléctrica medida en unidades de corriente



Figura 1. Medidor de caudal siemens MAG6000.

• Tubo Venturi:

Un tubo Venturi es un dispositivo utilizado para medir la velocidad del flujo de un fluido dentro de una tubería y para crear una caída de presión que puede ser utilizada para diversas aplicaciones. El tubo Venturi opera basándose en el principio de Bernoulli, que describe la relación entre la velocidad y la presión de un fluido en movimiento.



Figura 2. Tubo Venturi.

3. MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales:

- Bombas centrifugas, PEDROLLO CP 620, 0.75 kW/1 HP, 220V -3ø, 60 Hz, 4.2 A. altura máxima 34 m altura mínima 21 m.
- Caudalímetro, TRUCK, FTCL-15D15A4P- 2UP8X-H1141.



Figura 3. Rotámetro TRUCK.

- Caudalímetro, siemens MAG6000.
- Contador de volumen, FILL-RITE.
- Tubo Venturi.
- Placa de orificio
- Manómetro en U
- Tanque
- Cronometro.



Figura 4. Tablero de control.

4. METODOLOGIA

Recomendaciones.

Antes de iniciar la puesta en marcha del sistema es importante que siga estas instrucciones.

Inspección general.

- Proceda a Verificar que todas las conexiones eléctricas y mecánicas estén correctamente realizadas.
- Revise que no haya partes dañadas o faltantes.
- Asegúrese de que el área de trabajo esté limpia y segura.
- Asegúrese de que el tanque de agua se encuentre lleno.
- Inspección eléctrica.
- Asegúrese de que los interruptores de encendido y apagado estén en la posición correcta (Fig. 3).
- Verifique que los dispositivos de seguridad, como los interruptores breaker y las protecciones térmicas, estén funcionando adecuadamente.

- Compruebe que la tensión de alimentación del sistema sea 220 V-3ø 60 Hz
- Compruebe que la tensión independiente de alimentación sea 110V 60Hz [2]

Proceso de puesta en marcha.

Una vez realizadas las verificaciones anteriores, se puede proceder al arranque del sistema ejecutando las siguientes instrucciones

Arranque:

- Accione el pulsador START/STOP.
- Accione el pulsador señal del variador.
- Accione la muletilla de 2 posiciones.

Toma de datos:

- a) Ajuste una frecuencia de operación con la perilla del potenciómetro. (Tenga en cuenta que el punto de operación de la placa de orificio debe ser menor a 50 Hz).
- b) Tome las medidas de caudal.
 - Para tubo Venturi y placa de orificio diferencial de altura en mmHg.
 - Para el contador de caudal FILL-RITE litros.
- c) Repita los pasos anteriores las veces que le sea indicado por el profesor.
- d) Apague el sistema con la muletilla de dos posiciones.
- e) Cierre la llave de paso de este equipo y abra la del siguiente medidor a evaluar.
- f) Repita de los pasos de A - E hasta terminar.

5. CÁLCULOS Y RESULTADOS.

Cálculo de caudales:

SIEMENS y TRUCK: Para el rotámetro digital TRUCK y el caudalímetro Siemens la onotar la lectura de caudal tal y como es arrojada en l/s para siemens y G/min para TRUCK.

FILL-RITE: este elemento censa la cantidad de fluido que pasa en litros. Por ello para conocer el caudal es necesario cronometrar el tiempo que este trabajando y dividir el volumen en la unidad de tiempo.

Tubo Venturi: las salidas del tubo Venturi deben estar conectadas al manómetro en U la diferencia de alturas se traducen en un diferencial de presión

$$\Delta P = mmHg * 133.3 [Pa] \quad [1]$$

A partir de esta diferencia de presión se puede aplicar la fórmula de caudal para tubo Venturi.

$$Q = A_d * C_d \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho(1 - \left(\frac{A_d}{A_D}\right)^2)}} \quad [2]$$

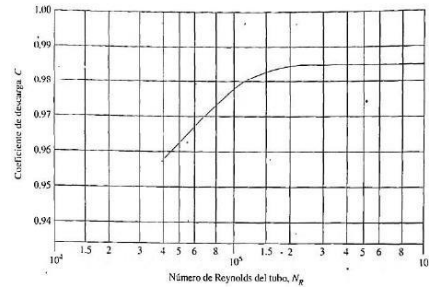
Donde:

- Q es caudal
- Ad es área de baja presión: 0,000506 m²
- AD es área de alta presión: 0.002021 m²
- Cd es el coeficiente descarga.
- ΔP diferencial de presión
- ρ densidad del agua.

Nota: Para calcular en Cd del tubo Venturi se hace uso de la Grafica 1 a partir del número de Reynolds calculado con la Ec. 3:

$$Reynolds = \frac{V * D_{garganta}}{\nu} \quad [3]$$

- V es velocidad de flujo
- Dgarganta es diametro interior de la sección mas estrecha del tubo Venturi.
- Viscosidad cinemática del fluido



Grafica 1. Coeficientes de Descarga vs Reynolds

De acuerdo con la gráfica 1, con número de Reynolds arriba de 2×10^5 , se toma el valor de Cd igual a 0,984

Placa de orificio: para la placa de orificio utilizaremos el diferencial de altura en el manómetro convertido a diferencial de presión con la ecuación (2).

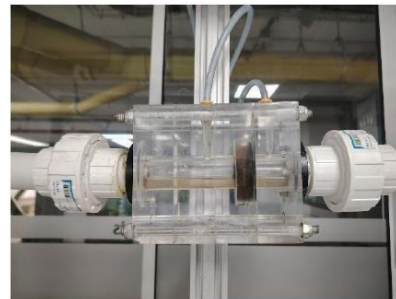


Figura 5. Placa de orificio.

El caudal se hallará con la siguiente ecuación.

$$Q = C * A_o * \sqrt{\frac{2 * \Delta p}{\rho}} \quad [4]$$

Donde:

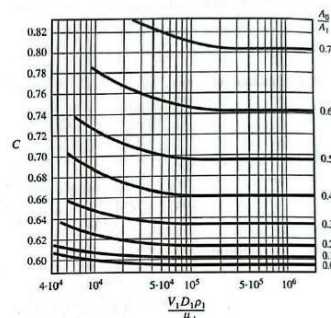
- Q es caudal.
- C es el coeficiente descarga de la placa de orificio.
- Ao es área de la superficie de orificio en m².
- ΔP diferencial de presión.
- ρ densidad del fluido.

Realice las mediciones y cálculos de caudal para diferentes frecuencias de operación.

Nota: Para calcular en CD se hace uso de la Grafica 1 para identificar el valor mediante su intercepción dentro de los valores de los ejes para los cuales muestra abscisa es el valor del número de Reynolds, la ordenada es el CD y mediante la curva dada por la relación entre A0 Y A1 donde:

A0 = área de la placa orificio

A1 = área de la tubería



Grafica 2. Orificio VDI y coeficientes de Descarga

Arrojando como resultado un CD de 0.64, con base a la Grafica 1 y relación a las variables anteriormente mencionadas. Recordar que este será el CD que se va a implementar de ahora en adelante, para todas las practicas realizadas con la Placa Orificio de este módulo.

6. ANALISIS DE DATOS

Confronte los valores de caudal de cada elemento a la misma frecuencia. Grafique los valores de caudal vs frecuencia y determine que elemento es más preciso respecto al equipo patrón.

7. CONCLUSIONES

La investigación y comparación de diferentes tipos de medidores de caudal es esencial para garantizar mediciones precisas y confiables en aplicaciones industriales. Cada medidor, ya sea digital o análogo, presenta ventajas y limitaciones específicas en términos de precisión, rango de medición, costo y requisitos de instalación. Al realizar pruebas experimentales en un entorno controlado, se puede evaluar el rendimiento de medidores como el Tubo Venturi, la placa de orificio y dispositivos digitales diversas condiciones de operación

8. REFERENCIAS

- [1] I. Borrella, C. Mataix, y R. Carrasco-Gallego, «Smallholder farmers in the speciality coffee industry: opportunities, constraints and the businesses that are making it possible», IDS Bull., vol. 46, n.o 3, pp. 29-44, 2015.
- [2] R. L. Mott, J. A. Untener, J. E. M. Murrieta, y R. H. Cárdenas, «Mecánica de fluidos», 2006.
- [3] C. Mataix, «Mecanica de fluidos y maquinas hidraulicas 2da edicion», Ediciones Castillo SA <https://conver2.files.wordpress.com/2012/11/ingenieriaclaudio-Mataix-Mec.-Fluidos--Maquinas-Hidraul.Pdf>, 1986.

9.ANEXOS

☐ Ficha técnica bomba PEDROLLO
CP
620: [https://www.pedrollo.com.co/public/
allegati/CP%200.37-
2.2%20kW_ES_60Hz.pdf](https://www.pedrollo.com.co/public/allegati/CP%200.37-2.2%20kW_ES_60Hz.pdf)

☐ Ficha técnica rotámetro TRUCK:
[https://www.turck.de/datasheet/_es/edb
6870 043 esl_es.pdf](https://www.turck.de/datasheet/es/edb6870_043_esl_es.pdf)

☐ Instrucciones de servicio medidor
de caudal MAG6000:
[https://cache.industry.siemens.com/dl/fil
es/67
3/45345673/att_81585/v1/MAG5100_OI
_Es_es-ES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/673/45345673/att_81585/v1/MAG5100_OI_Es_es-ES.pdf)

ANEXO D

Figura 24. Manual de métodos de regulación de caudal



MANUAL TECNICO DE MODULO DE REGULACION DE CAUDAL

*Maquinas Hidráulicas, PEM405, Departamento de Ciencias Básicas, Unidades
Tecnológicas de Santander.*



RESUMEN:

Esta práctica tiene como objetivo principal analizar el comportamiento hidráulico y energético de un sistema de bombeo mediante diferentes métodos de regulación de caudal. A través del uso de un banco de pruebas hidráulico, se busca comparar el desempeño de los métodos de estrangulamiento, bypass y variación de velocidad mediante variador de frecuencia, evaluando variables como caudal, presión y consumo de potencia eléctrica.

La metodología se basa en la toma de datos experimentales utilizando instrumentos de medición instalados en el módulo, permitiendo posteriormente realizar tablas, gráficas y comparaciones entre cada método de regulación. De esta manera, la práctica permite comprender cómo influyen los distintos sistemas de control de caudal sobre la eficiencia y el comportamiento operativo de las bombas centrífugas, siendo un análisis de gran importancia en aplicaciones industriales de transporte de fluidos.

Palabras Clave: Cavitación, válvulas, caudal, velocidad angular

ABSTRACT: This practice aims to analyze the hydraulic and energetic behavior of a pumping system using different flow regulation methods. Through the use of a hydraulic test bench, the performance of throttling, bypass, and variable speed control methods is compared by evaluating variables such as flow rate, pressure, and electrical power consumption.

The methodology is based on collecting experimental data using measuring instruments installed in the module, allowing the development of tables, graphs, and comparisons between each regulation method. In this way, the practice helps to understand how different flow control systems influence the efficiency and operational behavior of centrifugal pumps, which is highly important in industrial fluid transport applications.

Keywords: Cavitation, valves, flow rate, angular velocity

1. INTRODUCCIÓN

La regulación de caudal en sistemas de bombeo constituye uno de los procesos más importantes dentro de la ingeniería hidráulica, debido a su influencia directa sobre el comportamiento operativo, la presión del sistema y el consumo energético de las bombas centrífugas. En aplicaciones industriales, existen diferentes métodos para controlar el caudal transportado, entre los cuales destacan el estrangulamiento mediante válvula, la recirculación por bypass y la variación de velocidad mediante variador de frecuencia, cada uno con características y niveles de eficiencia distintos.

En esta práctica de laboratorio se evaluó el comportamiento hidrodinámico y energético

de una bomba centrífuga Pedrollo CP 620 instalada en un banco de pruebas hidráulico, analizando el desplazamiento de su punto de operación al aplicar los diferentes métodos de regulación de caudal. Para ello, se registraron experimentalmente variables como caudal, presión diferencial y potencia eléctrica consumida, utilizando instrumentos de medición instalados en el módulo. Posteriormente, los datos obtenidos fueron procesados mediante ecuaciones de mecánica de fluidos y representados en tablas y gráficas comparativas.

2. FUNDAMENTACION TEORICA

➤ Relación Presión - Elevación Hidrostática

El primer principio físico establece que la presión en un fluido varía de forma directamente proporcional con la profundidad o altura de la columna de líquido. En esta práctica, la energía de presión suministrada por la bomba al agua se representa mediante la altura manométrica o carga útil h_A , la cual expresa la energía transferida al fluido por unidad de peso.

A partir de la ecuación fundamental de relación presión-elevación, se determina la altura neta entregada por la bomba utilizando las lecturas obtenidas en el manómetro Sunpass.

$$h_A = \frac{\Delta P}{\gamma}$$

➤ Rapidez del Flujo de Volumen (Caudal)

Describe el comportamiento del caudal dentro del sistema de tuberías de 1", el cual representa el volumen de agua que circula a través de una sección transversal por unidad de tiempo. De acuerdo con la ecuación de continuidad establecida por (Mott & Untener 2015, p. 2), el caudal volumétrico Q relaciona el área interna de la tubería con la velocidad promedio del fluido. En esta práctica, el caudal constituye una de las variables principales de análisis y se registra experimentalmente mediante el rotámetro vertical instalado en el banco de pruebas.

$$Q = A \cdot v$$

➤ Conservación de la Energía y Eficiencia Mecánica

Establece que la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma continuamente dentro de un sistema (Mott & Untener, 2015, p. 3). En el módulo de laboratorio, la bomba centrífuga absorbe potencia eléctrica desde la red y la transforma en energía hidráulica transferida al fluido. Esta transferencia de energía permite incrementar la presión y el caudal del agua dentro del sistema, haciendo posible evaluar el comportamiento energético y el rendimiento de la

bomba durante las diferentes condiciones de operación.

- Potencia suministrada al fluido: De acuerdo con la Ecuación 7-5 expuesta por (Mott y Untener 2015, p. 3), la potencia útil transmitida P_A depende directamente de la carga neta añadida, el peso específico del agua y el caudal volumétrico circulante:

$$P_A = h_A \cdot \gamma \cdot Q$$

➤ Relación de Potencia

establece que la potencia hidráulica suministrada por la bomba al fluido P_A varía de forma cúbica con respecto a la velocidad de rotación del impulsor, lo que explica el ahorro energético obtenido mediante el control por variación de frecuencia:

$$\frac{P_{A1}}{P_{A2}} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

3. EQUIPOS Y CONDICIONES DEL ENSAYO

- Bomba centrífuga
- Caudalímetro "rotámetro"
- Manómetros
- Válvula de bola
- Válvula de diafragma
- Variador de frecuencia
- Potenciometro
- Vatímetro

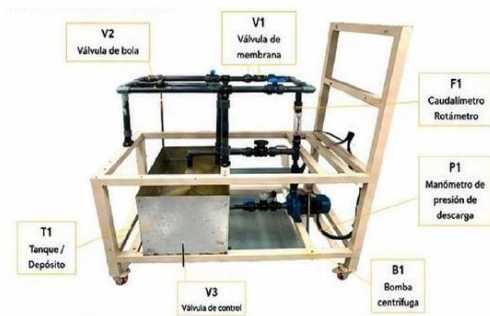


Figura 1. Módulo de regulación de caudal

4. METODOLOGIA

Recomendaciones:

Antes de iniciar la puesta en marcha del sistema es importante que siga estas instrucciones.

Inspección general: Proceda a Verificar que todas las conexiones eléctricas y mecánicas estén correctamente realizadas.

- Revise que no haya partes dañadas o faltantes.
- Asegúrese de que el área de trabajo esté limpia y segura.
- Asegúrese de que el tanque de agua se encuentre lleno.
- Compruebe que la tensión de alimentación del sistema sea 220 V-2ø a 60 Hz

Proceso de puesta en marcha:

Una vez realizadas las verificaciones anteriores, se puede proceder al arranque del sistema ejecutando las siguientes instrucciones.

Arranque:

○ Para metodo de estrangulamiento

- A. Abrir la valvulo de bola que se encuentra en el tramo de tuberia que cuenta con la valvula de diafragma
- B. Verificar que las demas valvulas esten cerradas
- C. Poner en “Arranque directo” con el interruptor



○ Para metodo de Bypass

- A. Abrir la valvulo de bola que se encuentra en el tramo de tuberia que no cuenta con otro accesorio.
- B. Verificar que las demas valvulas esten cerradas

C. Mantener en “Arranque directo”



○ Para variador de velocidad

- A. Abrir la valvulo de bola que se encuentra en el tramo de tuberia que no cuenta con otro accesorio.
- B. Verificar que las demas valvulas esten cerradas
- C. Ajustar las parillas del tablero electrico para poner en funcionamiento el variador “Arranque con variador y variador ON”



➤ Toma de datos:

Una vez el sistema se encuentre en operación proceda a seguir el siguiente paso a paso:

1. Verificar que el caudal se encuentre al maximo.
2. Ajustar el caudal según las indicaciones del profesor “Con las valvulas de diafragma o potenciómetro” dependiendo el metodo que se esta utilizando.
3. Registrar la lectura del caudal
4. Registre el delta de presión
5. Anotar la potencia (W)
6. Repita los pasos del 2 al 5 las veces que le sea indicado por el profesor, con cada uno de los metodos (Estrangulamiento, bypass y variador de velocidad)
7. Apague el sistema para dar por finalizada la practica.

5. CALCULOS Y RESULTADOS

Después de tomar los datos con los 3 métodos disponibles en el módulo, se procederá a graficarlos.

• Curva p vs Q

- Se tabularán los datos obtenidos de las diferencias de presión y los caudales para cada uno de los métodos.
- Grafique las diferencias de presión junto con el caudal registrado en un plano (eje x caudal, eje y diferencia de presión) para cada uno de los métodos realizados en la práctica.

• Curva h vs Q

Para graficar datos de altura vs caudal. Antes se debe convertir el diferencial de presión arrojado a altura.

Si se conoce que:

$$p = \rho \times g \times h$$

$$\gamma = g \times \rho$$

$$p = \gamma \times h$$

Donde:

- p es presión g es gravedad.
- h altura (1) ρ es densidad.
- γ es peso específico.

Si se reemplaza la presión por el diferencial de presión entre descarga y succión (Δp) medido. Entonces:

$$h = \frac{\Delta p}{\gamma}$$

Grafique esta altura junto con el caudal registrado en un plano (eje x caudal, eje y altura) para cada uno de los métodos realizados en la práctica.

• Curva P vs Q

Para realizar el gráfico de potencia vs caudal, se deberá:

- Registrar los datos obtenidos de potencia y caudal para cada uno de los métodos utilizados.
- Grafique la potencia junto con el caudal registrado en un plano (eje x caudal, eje y

potencia para cada uno de los métodos realizados en la práctica.

Nota: Cada tipo de gráfica deberá representarse en un mismo plano, incluyendo las curvas correspondientes a los diferentes métodos (estrangulamiento, bypass y variación de velocidad), con el fin de facilitar la comparación y el análisis del comportamiento de cada uno respecto a las variables estudiadas.

6. ANÁLISIS DE DATOS

Realizar el análisis comparativo de las gráficas obtenidas “caudal vs potencia”, “caudal vs presión” y “caudal vs altura”, con el fin de evaluar el comportamiento hidráulico y energético del sistema para cada método de regulación utilizado, determinando así las diferencias de desempeño, eficiencia y en cada condición de operación.

7. CONCLUSIONES

- La práctica permitió comprender el comportamiento hidráulico de la bomba mediante el análisis de las relaciones entre caudal, presión, altura y potencia, evidenciando cómo varían estas variables según el método de regulación utilizado.
- A través de las gráficas comparativas, se identificó que algunos métodos de control generan mayores pérdidas energéticas que otros, permitiendo determinar cuál presenta un mejor desempeño y una mayor eficiencia operativa del sistema.
- El desarrollo de la práctica facilitó la interpretación de las curvas características del banco hidráulico, fortaleciendo el análisis de las condiciones de funcionamiento y la importancia de optimizar el consumo energético en sistemas de bombeo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Mataix, C. (2005). Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas - 2b: Edición. Alfaomega Grupo Editor.
- Gomez Mendez, J. A., & Rueda Lucuara, J. E. (2022).

F-DC-128

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
EN MODALIDAD DE PRÁCTICA

VERSIÓN: 2.0

Evaluación de la pérdida de energía en un fluido en
tuberías de diferente material, usando la ecuación de
Darcy-Weisbach, mediante la variación de
temperatura y caudal.

<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/10529>

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

ANEXO E

Figura 25. F-RI-25 Informe interacción - Universidad UPTC

OFICINA DE RELACIONES INTERINSTITUCIONALES		PÁGINA: 1
INFORME INTERACCIÓN ACADÉMICA DE ESTUDIANTES, DOCENTES O ADMINISTRATIVOS		DE: 11 VERSIÓN: 1.0
F – RI – 25		
DATOS PERSONALES		
Nombre y Apellidos: <u>Jersson Xavier León Medina</u> No. Documento: <u>1057587522</u>		
Correo Electrónico: <u>jersson.leon@uptc.edu.co</u> No. Celular: <u>3103162750</u>		
Programa académico / Dependencia: <u>Ingeniería Electromecánica</u> Facultad: <u>Facultad de ciencias naturales e ingenierías</u>		
Campus: <u>Tunja</u>	Tipo vinculación: <u>Dependiente</u>	
Grupo de investigación o semillero:		
Nombre y Apellidos: <u>Mario Eduardo González Niño</u> No. Documento: <u>1051589380</u>		
Correo Electrónico: <u>marioeduardo.gonzalez@uptc.edu.co</u> No. Celular: <u>3112566473</u>		
Programa académico / Dependencia: <u>Ingeniería Electromecánica</u> Facultad: <u>Facultad de ciencias naturales e ingenierías</u>		
Campus: <u>Tunja</u>	Tipo vinculación: <u>Dependiente</u>	
Grupo de investigación o semillero:		
DATOS INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR / ENTIDAD VISITADA		
Duración de la Interacción: <u>1 día</u> Fecha de inicio: <u>12 /05 / 2026</u> Fecha Final: <u>12/05/2026</u>		
Nombre: <u>Unidades Tecnológicas De Santander</u> País: <u>Colombia</u> Ciudad: <u>Bucaramanga, Santander</u>		
Facultad: <u>Facultad de ciencias naturales e ingenierías</u> Programa académico: <u>Ingeniería electromecánica</u>		
Nombre del coordinador o decano: <u>Javier Gonzalo Ascanio Villabona</u>		
No. Celular: <u>(+57) 317 3187594</u> Correo electrónico: <u>Electromecanica@correo.uts.edu.co</u>		

ELABORADO POR:
Relaciones Interinstitucionales

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA DE APROBACIÓN: Noviembre de 2024

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

NUEVOS CONTACTOS		
NOMBRE	CORREO	INSTITUCIÓN / CARGO
Jersson Xavier León Medina	jersson.leon@uptc.edu.co	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) / Docente
Mario Eduardo González Niño	marioeduardo.gonzalez@uptc.edu.co	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) / Docente

RESULTADOS
El personal académico (Estudiantes y docentes) del Programa de Ingeniería Electromecánica de la UPTC fueron bien recibidos en las instalaciones de las Unidades Tecnológicas De Santander (UTS). Los docentes Jersson Xavier León Medina, Mario Eduardo González Niño y un grupo de 24 estudiantes destacados, personal adscrito al programa de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, asistieron a una visita técnica de pares académicos, celebrado el día 12 de mayo en las instalaciones de las Unidades Tecnológicas de Santander, en la ciudad de Bucaramanga. Durante esta Visita Técnica, se hicieron partícipes el siguiente personal Uteista: • PhD. Javier Gonzalo Ascanio Villabona – Coordinador del programa de ingeniería electromecánica. • MSc. Miguel Arlenzo Duran Sarmiento – Docente encargado el laboratorio de máquinas hidráulicas y mecánica de fluidos. • Ing. (C) Juan Sebastian Rivera Niño – Auxiliar del laboratorio de máquinas hidráulicas. La cooperación entre pares académicos a través de visitas técnicas, clases espejo, congresos entre otros. Fortalece los vínculos académicos con instituciones a nivel nacional y demuestra el impacto

ELABORADO POR:
Relaciones Interinstitucionales

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA DE APROBACIÓN: Noviembre de 2024

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

regional de la investigación desarrollada en las UTS, especialmente en áreas como la mecánica de fluidos, el análisis de materiales y la ingeniería mecánica.

EVIDENCIAS (INFORME, FOTOS EN ALTA CALIDAD, CERTIFICACIONES)



Recorrido por las instalaciones de las uts



Presentación e introducción del ingeniero Miguel Arlanzo Duran Sarmiento

ELABORADO POR:
Relaciones Interinstitucionales

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA DE APROBACIÓN: Noviembre de 2024

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023



Explicación y uso practico de los módulos del laboratorio

ELABORADO POR:
Relaciones Interinstitucionales

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA DE APROBACIÓN: Noviembre de 2024

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

F-DC-128

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
EN MODALIDAD DE PRÁCTICA

VERSIÓN: 2.0

11

OFICINA DE RELACIONES INTERINSTITUCIONALES

PÁGINA:

DE: 11

VERSIÓN: 1.0

INFORME INTERACCIÓN ACADÉMICA DE
ESTUDIANTES, DOCENTES O ADMINISTRATIVOS

F – RI – 25

Item	Nombre del Visitante	CC	Empresa o Institución	Obligatorio Correo Electronico	ARL	EPS	Tel. Contacto
1	Nicolle Estefanía Alfonso Calderon	1050091150	UPTC	nicoli.calderon@uptc.edu.co	La Equidad	Sanitas	3124477246
2	Daniel Leandro Archila Barrera	1116543923	UPTC	daniel.archila01@uptc.edu.co	La Equidad	Sanitas	3213525452
3	Jonathan David Bayona Vanegas	1053606501	UPTC	Jonathan.bayona01@uptc.edu.co	La Equidad	Famisanar	3112779490
4	Brayan Steven Bonilla Becerra	1002480497	UPTC	brayan.bonilla01@uptc.edu.co	La Equidad	Nueva EPS	3115395814
5	Cristian David Cely Niño	1002458204	UPTC	cristian.cely05@uptc.edu.co	La Equidad	Nueva EPS	3142269885
6	Angel Harley Cristancho Sanchez	1054283692	UPTC	angel.cristancho@uptc.edu.co	La Equidad	Nueva EPS	3216748774
7	Jonathan Alexander Cruz Soler	1050692056	UPTC	jonathan.cruz02@uptc.edu.co	La Equidad	Nueva EPS	3102907215
8	Jose Daniel Estupinan Merchan	1002740719	UPTC	jose.estupinan02@uptc.edu.co	La Equidad	Salud Total	3204077999
9	Santiago Andrés Benavides Rodríguez	1007493687	UPTC	santiago.benavides@uptc.edu.co	La Equidad	Nueva EPS	3203270248
10	Huber Andrey Hernandez Tunarrosa	1002396598	UPTC	huber.hernandez13@uptc.edu.co	La Equidad	Sanitas	3114662486
11	Cristian Camilo Mogollon Diaz	1052836829	UPTC	cristian.mogollon@uptc.edu.co	La Equidad	Coosalud	3203289105
12	Miguel Ángel Rodríguez Carvajal	1057581321	UPTC	miguel.rodriguez07@uptc.edu.co	La Equidad	Famisanar	3202747164
13	Camilo Andrés Amaya Briceño	1031649597	UPTC	camilo.amaya05@uptc.edu.co	La Equidad	Famisanar	3214574178
14	Daniel Felipe Barrera Martínez	1002740987	UPTC	daniel.barrera12@uptc.edu.co	La Equidad	Coosalud	3138285919
15	Daniel Santiago Castro Vera	1002741077	UPTC	Daniel.castro06@uptc.edu.co	La Equidad	Nueva EPS	3229090522
16	Jaumer Antonio Duque Sepúlveda	1034659946	UPTC	jaumer.duque@uptc.edu.co	La Equidad	Sanitas	3204210366
17	Wilmer Enrique Higuera Reyes	1052412176	UPTC	wilmer.higuera@uptc.edu.co	La Equidad	Nueva EPS	3013682940
18	Yelson Andrés Hurtado Murillo	1052837727	UPTC	yelson.hurtado@uptc.edu.co	La Equidad	Nueva EPS	3107593657
19	Carlos Javier Nova Duarte	1053442335	UPTC	carlos.nova01@uptc.edu.co	La Equidad	Famisanar	3118284486
20	Johan Sebastián Niño Velandía	1052837702	UPTC	johan.nino03@uptc.edu.co	La Equidad	Coosalud	3133969980
21	Oscar Santiago Piza Corredor	1058352455	UPTC	oscar.piza@uptc.edu.co	La Equidad	Sanitas	3219857174
22	Andrés Fernando Tuta Firavito	1002479374	UPTC	andres.tuta@uptc.edu.co	La Equidad	Famisanar	3114413897
23	Cristian Camilo Valcárcel Mora	1049656792	UPTC	cristian.valcarcel@uptc.edu.co	La Equidad	Famisanar	3209552014
24	Diego Alejandro Vega Blanco	1052381244	UPTC	diego.vega01@uptc.edu.co	La Equidad	SaludTotal	3144193034
25	Jersson Xavier León Medina	1057587522	UPTC	jersson.leon@uptc.edu.co	Positiva	Nueva EPS	3103162750
26	Mario Eduardo González Niño	1051589380	UPTC	marioeduardo.gonzalez@uptc.edu.co	Positiva	Nueva EPS	3112566473

Listado de ingreso a la UTS

PLAN DE DIVULGACIÓN (NOTICIA INFORMATIVA PARA MEDIOS)

Página Web Institucional:

<https://www.uts.edu.co/sitio/las-uts-fortalecen-alianzas-academicas-con-visita-tecnica-de-la-uptc/>

Al diligenciar este documento, autorizo de manera previa, expresa e inequívoca a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER a dar tratamiento de mis datos personales aquí consignados, incluyendo el consentimiento explícito para tratar datos sensibles aun conociendo la posibilidad de oponerme a ello, conforme a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información publicada en www.uts.edu.co y/o en Calle de los estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas, que declaro conocer y estar informado que en ella se presentan los derechos que me asisten como titular y los canales de atención donde ejercerlos

ELABORADO POR:
Relaciones Interinstitucionales

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA DE APROBACIÓN: Noviembre de 2024

Nota. Fuente, autor

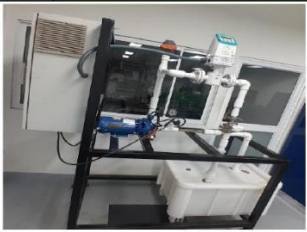
ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

ANEXO F

Figura 26. Ficha técnica módulo de cavitación

		FICHA TÉCNICA DE MÓDULOS DE LABORATORIO		Fecha: 00-04-2026	
		LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS		Código: FT01	
				Versión: 02	
Nombre del módulo o equipo Código inventario interno Calcomanía UTS (si aplica) Responsable del módulo		Modulo de cavitación LMH-MC01 NA Miguel Arlenzo Duran Sarmiento			
Riesgos Generales - SST					
Riesgo Eléctrico	X	Sobreesfuerzo Muscular			
Riesgo por Quemadura		Postura Forzada			
Riesgo por Corte o Golpe		Riesgos Por Soldadura			
Exposición a Gases y/o Vapores		Riesgos Ambientales			
Otros riesgos:					
Precauciones					
Utilizar equipo de protección adecuado (Gafas de seguridad, bata, guantes, etc.)					
Verificar conexiones antes de encender equipos y seguir instrucciones de manual de usuario					
Otras precauciones:					
Componentes	Cantidad	Características	Marca		
Bomba Centrífuga (EVANS PEP 05A16L, 220V, 60HZ)	1	90-100 LPM, 35-40 psi, Op = 5.7 Cl = 4.4 A	EVANS		
Caudalímetro	1	Modelo SITRANS F M MAG 5000/5100 W	SIEMENS		
Variador de frecuencia	1	1.1 Kw/1.5 HP 200-240V 50/60Hz 6.6A	DANFOSS		
Contactores	2	IEC/EN 60947-5-1 Ui=690V Ith=10A. AC-15 260VA; DC-13 33W	CHINT		
Borneras	16	Componente eléctrico para conectar, ordenar y asegurar cables de forma segura	NA		
Rele	3	Relés auxiliares. 5A, 250 VAC/30VDC, 0.9W/1.2VA	VCP ELECTRIC		
Pilotos "Leds"	4	Indicadores visuales	NA		
Interruptor Selector	1	Seleccionar entre modos bomba 1, bomba 2	NA		
Breaker "Interruptor"	1	IEC 60947-2 208 VAC/20A 50KA 50/60Hz	HYUNDAI - HGM100		
Pulsador	1	Interruptor momentáneo "Verde"	NA		
Pulsador doble marcha	1	Pulsador (verde/rojo) encender y apagar	NA		
Codo de union	3	Acople de tubería 1.5 IN	CELTA		
Union rapida	2	Conector de fácil montaje 1.5 IN	CELTA		
union en T	2	Accesorio en forma de T 1.5 IN	CELTA		
Valvula de bola	1	1 1/2 IN valvula de cierre rapido	NA		
Valvula compuerta	1	Válvula de apertura/cierre total 1 1/2 IN	NAPOLI		
Valvula regulación	1	Permite ajustar el caudal 1 1/2 IN	NA		
Manometro	1	200 PSI / 13.5 bar. 316 L 1106T2M9	SWAGELOK		
Vacuometro	1	(-30 inHg / -1 bar) Mide la presión negativa	EXCEL		
Tanque	1	Tanque almacenamiento	NA		
Descripción de uso					
El módulo de cavitación permite analizar y detectar el comportamiento de la cavitación en una bomba mediante la variación de su velocidad a través de un variador de frecuencia, registrando datos de caudal y presión de succión bajo diferentes condiciones de operación para aplicar la ecuación de energía, determinar las pérdidas de carga (HL) y calcular el NPSH correspondiente, con el propósito de construir la gráfica NPSH vs velocidad de la bomba, evaluar las condiciones en las que inicia la cavitación y comprender su impacto en el desempeño y la seguridad del sistema hidráulico.					

Nota. Fuente, autor

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

ANEXO G

Figura 27. Ficha técnica modulo de pérdidas en tuberías

	FICHA TÉCNICA DE MÓDULOS DE LABORATORIO		Fecha: 00-04-2026
	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS		Código: FT01
			Versión: 02
Nombre del módulo o equipo Modulo de perdidas en tuberías Código inventario interno LMH-MP01 Calcomanía UTS (si aplica) NA Responsable del módulo Miguel Arlenzo Durán Sarmiento			
Riesgos Generales - SST			
Riesgo Eléctrico	X	Sobreesfuerzo Muscular	
Riesgo por Quemadura		Postura Forzada	
Riesgo por Corte o Golpe		Riesgos Por Soldadura	
Exposición a Gases y/o Vapores		Riesgos Ambientales	X
Otros riesgos:			
Precauciones			
Utilizar equipo de protección adecuado (Gafas de seguridad, bata, guantes, etc.)			
Verificar conexiones antes de encender equipos y seguir instrucciones de manual de usuario			
Otras precauciones:			
Componentes	Cantidad	Características	Marca
Tubo PVC	2	D=1" y D=1 1/2"	PVC ARKET
Tubo Cobre	1	D=1"	NA
Tubo Acero Galvanizado	1	3/4"	NA
Bomba Centrífuga (EVANS PEP 05A16L, 220V, 60HZ)	1	90-100 LPM, 35-40 psi, Op = 5.7 Cl = 4.4 A	EVANS
Termometro	1	0 - 150 C°	WIKAI
Valvula de compuerta	1	Valvula para regulacion de caudal	GRIVAL
Valvula de bola PVC	6	Valvula de cierre rapido de 1/4 de vuelta	PAVCO
Rotametro	1	12 - 120 L/H	LZT
Valvula de bola manija mariposa	10	Apertura y cierre suave de 1/4 de vuelta	MTM
Vacuometro	1	-25 a -5 InHg	GPI
Manometro	1	0 - 60 psi	ROYAL GAUGE
Tanque de Aluminio	1	Tanque almacenamiento de agua	NA
Manguera	2	Mangera Azul	NA
Union rapida plastica	2	Accesorios para conectar tuberías de forma segura	FESTO
Union de codo rapida plastica	10	Conectores para unir tuberías en un ángulo de 90°	FESTO
Manometro en U	1	0 - 500 InHg	NA
Interruptor Automático (NOARK / Ex9BH)	1	2 Polos, Corriente nominal 10A, Tensión de operación 415V AC, Capacidad de ruptura 10KA	NOARK
Contador de potencia (NOARK / Ex9C1210)	1	3 Polos, contactos auxiliares 22 NC y 24 NO, corriente nominal 12A.	NOARK
Relé de Sobrecarga Térmica (NOARK / Ex9R38)	1	Tiene contactos auxiliares 95 - 96 NC y 97 - 98 NO.	NOARK
Pulsador de Arranque y Parada (CHINT / NP2 y BE102-1-Z)	1	NP2 (NC): Ue= 240V, Ie= 3A BE102-1-Z (NO): Ue= 240V, Ie= 3A	CHINT
Testigo (EBCHQ / 17523)	1	220V AC, 20mA	EBCHQ
Descripción de uso			
El banco de prácticas permite determinar experimentalmente las pérdidas de carga por fricción en tuberías de distintos materiales y diámetros mediante el uso de una bomba centrífuga, válvula de estrangulamiento, rotámetro, manómetros diferenciales y termómetro, con los cuales se controlan y miden variables como presión, caudal y temperatura bajo diferentes condiciones de flujo; esto permite comparar el comportamiento hidráulico de tuberías de PVC, cobre, acero inoxidable y galvanizado, calcular el factor de fricción a través de la ecuación de Darcy-Weisbach y analizar cómo influyen el material, el diámetro y la temperatura en la eficiencia del sistema, con el propósito de comprender, evaluar y optimizar el diseño y operación de sistemas de transporte de fluidos.			

Nota. Fuente, autor

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

ANEXO H

Figura 28. Ficha técnica módulo de regulación de caudal

		FICHA TÉCNICA DE MÓDULOS DE LABORATORIO		Fecha: 00-04-2026
		LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS		Código: FT01
				Versión: 02
Nombre del módulo o equipo Módulo de regulación de caudal Código inventario interno LMH-MRF01 Calcomanía UTS (si aplica) NA Responsable del módulo Miguel Arlenzo Durán Sarmiento				
Riesgos Generales - SST				
Riesgo Eléctrico	X	Sobreesfuerzo Muscular		
Riesgo por Quemadura		Postura Forzada		
Riesgo por Corte o Golpe		Riesgos Por Soldadura		
Exposición a Gases y/o Vapores		Riesgos Ambientales		
Otros riesgos:				
Precauciones				
Utilizar equipo de protección adecuado (Gafas de seguridad, bata, guantes, etc.)				
Verificar conexiones antes de encender equipos y seguir instrucciones de manual de usuario				
Otras precauciones:				
Componentes	Cantidad	Características	Marca	
Bomba centrífuga	1	CP620 10-100 L/mi o 34-21 m; 90°. Triángulo 220/4.2A. Estrella 440V/2.4A	PEDROLLO	
Valvula de bola	3	Válvula de cierre rápido 1"	NA	
Valvula de diafragma	2	Utiliza un elastómero flexible para sellar el paso	NA	
Rotámetro	1	BNYZWOT 40 GPM / 150 LPM	NA	
Manómetro	1	150 PSI / 10 BAR	SUNPASS	
Manómetro	1	60 PSI / 10 BAR	SUNPASS	
Potenciometro	1	Potenciometro R-10k	NA	
Variador de frecuencia	1	1.1 Kw/1.5 HP 200-240V 50/60Hz 6.6A	SIEMENS - SINAMICS	
PLC	1	PLC "LOGO" Micro-PLC (autómata programable) para controlar la lógica del sistema	SIEMENS	
Vatímetro	1	PZEM-022 AC80-260V/50/60Hz 0-100A	NA	
Contactador	2	NC1-09 UI=690V Ith=25A 5KVA RMS	CHNT	
Breaker	3	Breaker Termomagnético	CHNT	
Guardamotor	1	Protección para motores	SIEMENS / SIRIUS	
Fuente de Poder	1	Convierte el voltaje de corriente alterna (100-240VAC) a corriente continua (24VDC)	MW MEAN WELL	
Interruptor Selector	2	Para seleccionar entre modos	NA	
Borneras	16	Componente eléctrico para conectar, ordenar y asegurar cables de forma segura	NA	
Union de codo PVC	5	Acople de tubería 1"	LASCO	
Union de T PVC	3	Accesorio en forma de T 1"	LASCO	
Union Universal PVC	10	Conector de fácil montaje 1"	LASCO	
Enganches PVC	12	conexiones de acoplamiento hidráulico 1"	LASCO	
Tanque	1	Tanque almacenamiento	NA	
Descripción de uso				
El banco de prácticas permite comparar el consumo de potencia en relación con el flujo mediante un sistema equipado con PLC, variador de frecuencia, vatímetro y diversos instrumentos de medición, operando bajo tres métodos de control de caudal: bypass, estrangulamiento y variación de velocidad angular, con el fin de registrar y analizar el comportamiento energético de cada configuración, evaluar su impacto sobre el caudal y la potencia consumida, y determinar cuál método ofrece mayor eficiencia energética en la operación del sistema hidráulico.				

Nota. Fuente, autor

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023

ANEXO I

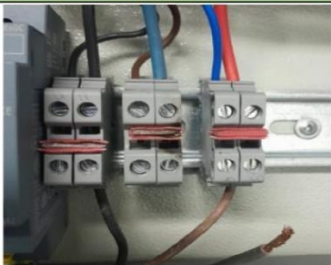
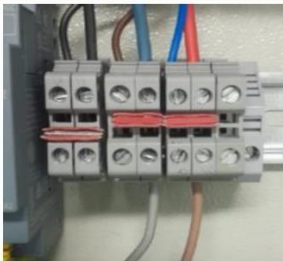
Figura 29. Reporte mantenimiento preventivo modulo medidores de caudal

		REPORTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				Fecha: 00-04-2026	
		LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS				Código: MP01	
						Versión: 02	
Módulo o Equipo		MODULO MEDIDOR DE CAUDAL					
Código Inventario Interno		LMH-MMC01					
Calcomanía UTS (si aplica)		NA					
Fecha inicio		24/04/2026					
Fecha Final		24/04/2026					
Encargado		Miguel Arlenzo Durán Sarmiento					
Tipo mantenimiento		Inspección Visual	X	Limpieza	X	Lubricación	Cambio de partes
Riesgos Generales		Precauciones					
Riesgo Eléctrico		X	Revisar conexiones, usar EPP dieléctrico, desconectar antes de intervenir				
Riesgo por Quemadura			Usar guantes, gafas térmicas, evitar contacto con superficies calientes y señalar				
Riesgo por Corte o Golpe			Usar guantes anticorte y gafas, manipular con precauciones, mantener orden				
Exposición a Gases Refrigerantes			Trabajar en ventilación, usar mascarilla y guantes, detectar fugas con equipos				
Sobreesfuerzo Muscular			Aplicar técnica correcta de levantamiento y hacer pausas				
Postura Forzada			Ajustar mesas y equipos, alternar posiciones y usar herramientas ergonómicas				
Riesgos Por Soldadura			Usar careta y guantes, ropa ignífuga, asegurar ventilación y extintor cercano				
Riesgos Ambientales		X	Disponer residuos correctamente, evitar derrames y cumplir normas ambientales				
Revisiones		B	R	M	N/A	Observaciones	
Sistema de alimentación eléctrico		X				Se recomienda revisar 2 veces al semestre	
Motor							
Manómetros		X					
Termómetros							
Válvulas		X					
Evaporador							
Condensador							
Compresor							
Full gauge							
lámparas		X				Se recomienda revisar 2 veces al semestre	
Controlador							
Filtro							
Presostato							
Ulave							
Termostato							
Capacitor							
Protector Térmico							
Temporizador							
Transformador							
Ruedas / Rodachines / Patas							
Pintura		X				Se recomienda revisar 2 veces al semestre	
Bomba		X				Se recomienda revisar 2 veces al semestre	
Rotometro							
Vacuometro		X				Se recomienda revisar 2 veces al semestre	
Caudalimetro		X				Se recomienda revisar 2 veces al semestre	
Descripción de trabajo realizado							
Se realizo inspeccion visiaul y verificacion del funcionamiento del modulo, para garantizar su eficiencia a l ahora de realizar la practtica correspondiente.							
Funcionando Correctamente		X	Repuestos o partes				
Fuera de Servicio							
Pendiente de Repuesto			NA				

Nota. Fuente, autor

ANEXO J

Figura 30. Reporte mantenimiento correctivo modulo regulación de caudal

	REPORTE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO		Fecha: 00-04-2026
	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS		Código: MC01 Versión: 02
Módulo o Equipo	MODULO DE REGULACIÓN DE FLUJO		
Código Inventario Interno	LMH-MRF01		
Calcomanía UTS (si aplica)	NA		
Fecha Inicio	3/05/2026		
Fecha Final	3/05/2026		
Encargado	MIGUEL ARLENZO DURÁN SARMIENTO		
Riesgos Generales		Precauciones	
Riesgo Eléctrico	X	Revisar conexiones, usar EPP dieléctrico, desconectar antes de intervenir	
Riesgo por Quemadura		Usar guantes, gafas térmicas, evitar contacto con superficies calientes y señalar	
Riesgo por Corte o Golpe		Usar guantes anticorte y gafas, manipular con precauciones, mantener orden	
Exposición a Gases Refrigerantes		Trabajar en ventilación, usar mascarilla y guantes, detectar fugas con equipos	
Sobreesfuerzo Muscular		Aplicar técnica correcta de levantamiento y hacer pausas	
Postura Forzada		Ajustar mesas y equipos, alternar posiciones y usar herramientas ergonómicas	
Riesgos Por Soldadura		Usar careta y guantes, ropa ignífuga, asegurar ventilación y extintor cercano	
Riesgos Ambientales	X	Disponer residuos correctamente, evitar derrames y cumplir normas ambientales	
Diagnóstico		Actividades	
Se detecto que una bornera estaba en mal estado "quemada" lo que podria ocasionar inconvenientes a futuro.		Inspección Visual	X
		Verificación de conexión Eléctrica	X
		Verificación de Partes Mecánicas	X
		Limpieza de Componentes	X
		Reemplazo de piezas	X
		Calibración de instrumentos de medición	
Descripción del Mantenimiento Realizado			
Se realizo verificacion de funcionamiento, limpieza y en el proceso de detecto que una bornera en el sistema electrico estaba quemada, lo que podria ocasionar fallas o accidentes a futuro, así que se realizo el respectivo cambio.			
Falla / A vería/ Daño (Correctivo) -Mejora (Preventivo)			
Antes		Después	
			
Recomendaciones / Sugerencias			
Se recomienda realizar revisiones (al menos 2 cada semestre) para mantener y garantizar el buen estado del modulo			

Nota. Fuente, autor

ANEXO K

Figura 31. Reporte mantenimiento correctivo modulo de pérdidas en tuberías

	REPORTE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO		Fecha: 00-04-2026	
	LABORATORIO DE MAQUINAS HIDRAULICAS		Código: MC01 Versión: 02	
Módulo o Equipo MODULO DE PERDIDAS DE TUBERIAS				
Código Inventario Interno LMH-MP01				
Calcomanía UTS (si aplica) NA				
Fecha inicio 20/02/2026				
Fecha Final 20/02/2026				
Encargado MIGUEL ALENZO DURÁN SARMIENTO				
Riesgos Generales		Precauciones		
Riesgo Eléctrico		☒ Revisar conexiones, usar EPP dieléctrico, desconectar antes de intervenir		
Riesgo por Quemadura		Usar guantes, gafas térmicas, evitar contacto con superficies calientes y señalar		
Riesgo por Corte o Golpe		Usar guantes anticorte y gafas, manipular con precauciones, mantener orden		
Exposición a Gases Refrigerantes		Trabajar en ventilación, usar mascarilla y guantes, detectar fugas con equipos		
Sobreesfuerzo Muscular		Aplicar técnica correcta de levantamiento y hacer pausas		
Postura Forzada		Ajustar mesas y equipos, alternar posiciones y usar herramientas ergonómicas		
Riesgos Por Soldadura		Usar careta y guantes, ropa ignífuga, asegurar ventilación y extintor cercano		
Riesgos Ambientales		☒ Disponer residuos correctamente, evitar derrames y cumplir normas ambientales		
Diagnóstico		Actividades		
Se detectaron fugas en el modulo de perdidas, debido al desgaste de las valvulas		Inspección Visual		☒
		Verificación de conexión Eléctrica		☒
		Verificación de Partes Mecánicas		☒
		Limpieza de Componentes		☒
		Reemplazo de piezas		☒
Calibración de instrumentos de medición		☐		
Descripción del Mantenimiento Realizado				
Se realizo verificacion de funcionamiento, limpieza y en el proceso es detectaron fugas en las tuberías, debido a que las valvulas tipo bola/mariposa del sistema estan desgastadas. Algunas de ellas estan partidas, lo que complica un poco la realizacion de la practica.				
Falla / A vería/ Daño (Correctivo) -Mejora (Preventivo)				
Antes		Después		
				
Recomendaciones / Sugerencias				
No re pudo realizar la correccion de esta averia, ya que no se cuenta con el repuesto requerio para dicha intervencion				

Nota. Fuente, autor

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: octubre de 2023