



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**Mantenimiento integral de procesadores automáticos
de tejidos para los principales hospitales en Lima
Metropolitana**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

AUTOR

Jhon Jairo CHACA GUERRERO

ASESOR

Dr. Nicanor Raúl BENITES SARAVIA

Lima, Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Chaca, J. (2024). *Mantenimiento integral de procesadores automáticos de tejidos para los principales hospitales en Lima Metropolitana*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jhon Jairo Chaca Guerrero
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73757410
URL de ORCID	No Aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Nicanor Raúl Benites Saravia
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10189914
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-3245-6470
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Manuel Francisco Bermeo Noriega
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08437735
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Jean Carlos Malca Fernandez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	45535181
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Luis Ernesto Cruzado Montañez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	32920395
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.6.3. Instrumentación biomédica
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	No Aplica

Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Latitud: -12.056445 Longitud: -77.085994
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Enero 2022 – noviembre 2022
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería Electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01 Ingeniería médica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.06.01



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 - Lima 1 - Perú



ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

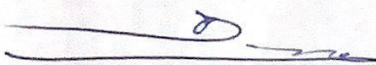
ACTA N°004/FIEE-CTGT/2024

Los suscritos Miembros del Jurado, docentes permanentes de las Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha 26 de enero del 2024, como presidente de Jurado el **MG. MANUEL FRANCISCO BERMEO NORIEGA**, integrado por el Miembro de Jurado el **MG. JEAN CARLOS MALCA FERNANDEZ**, el Miembro de Jurado **MG. LUIS ERNESTO CRUZADO MONTAÑEZ** y Miembro Asesor el **DR. NICANOR RAÚL BENITES SARAVIA**

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del Bach. **JHON JAIRO CHACA GUERRERO** con código N° 14190077 que para optar el Título Profesional de Ingeniero Electronico sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **MANTENIMIENTO INTEGRAL DE PROCESADORES AUTOMÁTICOS DE TEJIDOS PARA LOS PRINCIPALES HOSPITALES EN LIMA METROPOLITANA**

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo de **15 (Quince)**

Ciudad Universitaria, 26 de enero del 2024


MG. MANUEL FRANCISCO BERMEO NORIEGA

Presidente Jurado


MG. JEAN CARLOS MALCA FERNANDEZ

Miembro Jurado


MG. LUIS ERNESTO CRUZADO MONTAÑEZ

Miembro Jurado


DR. NICANOR RAÚL BENITES SARAVIA

Miembro Asesor



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Nicanor Raúl Benites Saravia en mi condición de asesor acreditado con el Acta de Sustentación de trabajo de Suficiencia Profesional N°004/FIEE-CTGT/2024 del trabajo de suficiencia profesional cuyo título es: MANTENIMIENTO INTEGRAL DE PROCESADORES AUTOMÁTICOS DE TEJIDOS PARA LOS PRINCIPALES HOSPITALES EN LIMA METROPOLITANA, presentado por el bachiller Jhon Jairo Chaca Guerrero, para optar al título profesional de Ingeniero Electricista. CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 7% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**. Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma del

Asesor DNI: 10189914

Nombres y apellidos del asesor:

Dr. Nicanor Raúl Benites Saravia



DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia y personas queridas ya que las enseñanzas que me brindaron fueron la base para forjar mis valores, mi determinación y mi camino a seguir.

Dedico especialmente este trabajo a mi abuelo, que en paz descansa, quien fue la primera persona en confiar que sería un gran profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi alma mater, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, a mi facultad, profesores y compañeros; también agradezco a los colegas profesionales que encontré en el ámbito laboral, por ayudar en mi desarrollo como profesional y principalmente agradezco a mi asesor el Ing. Benites, por el esfuerzo y su constante apoyo brindado en el enfoque y corrección del presente trabajo.

También agradezco a mi familia y a mi novia, quienes me apoyaron y alentaron constantemente en este proceso.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en describir mi experiencia profesional en la empresa Baires SAC, realizando servicios de mantenimiento a equipamiento biomédico en entidades de salud.

Uno de estos equipos, es el procesador automático de tejidos, el cual se encarga del procesamiento de biopsias y cuya deficiencia genera retrasos en los tiempos y posibles falsos diagnósticos debido a una mala adecuación de la muestra, que impactan directamente en la salud de los pacientes. Por otro lado, estos equipos cumplen la función de salvaguardar al personal usuario, debido a que el proceso de infiltración requiere del uso de reactivos que son nocivos para la salud del personal que trabaja largos turnos dentro de ese ambiente.

Por lo tanto, el mantenimiento oportuno asegura contar con un tiempo y calidad en el procesamiento de muestras de alto rendimiento y a su vez asegura la bioseguridad ya que sus componentes protegen de los humos propios de los reactivos. El mantenimiento de estos equipos consta de una serie de pasos, los cuales se describirán en protocolos de mantenimiento a lo largo del presente trabajo, así como el diagnóstico de las principales fallas que se presentan junto a las respectivas acciones correctivas para corregir un mal funcionamiento.

Palabras clave: Equipamiento, biomédico, procesador, bioseguridad, mantenimiento.

ABSTRACT

This report consists of describing my professional experience in the company Baires SAC, performing maintenance services for biomedical equipment in health entities.

One of this equipment is the automatic tissue processor, which is responsible for processing biopsies and whose deficiency generates delays in time and possible false diagnoses due to poor sample adequacy, which directly impact the health of patients. On the other hand, this equipment fulfills the function of safeguarding user personnel, because the infiltration process requires the use of reagents that are harmful to the health of personnel who work long shifts within that environment.

Therefore, adequate maintenance ensures time and quality in the processing of high-performance samples and at the same time ensures biosafety since its components protect against the fumes of the reagents. The maintenance of this equipment consists of a series of steps, which will be described in maintenance protocols throughout this work, as well as the diagnosis of the main failures that occur along with the respective corrective actions to correct a malfunction.

Keywords: Equipment, biomedical, processor, biosafety, maintenance.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	xi
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD	2
2.1. Institución – Actividad que desarrolla	2
2.2. Periodo de duración de la actividad.	2
2.3. Finalidad y objetivos de la entidad	3
2.4. Razón social	3
2.5. Dirección postal	3
2.6. Correo electrónico del profesional a cargo.	4
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	5
3.1. Organización de la actividad.....	5
3.2. Finalidad y objetivos de la Actividad	5
3.2.1. Finalidad.....	6
3.2.2. Objetivos	6
3.2.2.1. Objetivo general	6
3.2.2.2. Objetivos específicos	6
3.3. Problemática.....	7
3.3.1. Problema General.....	7

3.3.2.	Problemas Específicos	7
3.3.3.	Justificación e importancia de la investigación.....	7
3.3.3.1.	Justificación social	8
3.3.3.2.	Justificación económica	8
3.3.3.3.	Justificación práctica.....	9
3.4.	Metodología	9
3.4.1.	Bases teóricas	10
3.4.1.1.	Bioseguridad	10
3.4.1.2.	Histología y anatomía patológica.....	10
3.4.1.3.	Procesamiento de tejidos.....	11
3.4.2.	Marco conceptual	12
3.5.	Procedimiento	14
3.5.1.	Mantenimiento Preventivo	15
3.5.2.	Revisión y diagnóstico	19
3.5.2.1.	Fallas comunes:.....	19
3.5.2.2.	Identificación de fallas complejas.....	23
3.5.3.	Mantenimiento Correctivo	28
3.5.3.1.	MC en línea.....	28
3.5.3.2.	MC programado	30
3.5.3.3.	Pruebas de funcionamiento	39
3.6.	Resultado de la actividad	39
3.6.1.	Protocolo de mantenimiento preventivo	39
3.6.2.	Protocolo de mantenimiento correctivo	41
CAPITULO IV: CONCLUSIONES.....		43
4.1.	Justificación.....	43
4.1.1.	Evaluación económica	43
4.2.	Descripción de la implementación	44
4.3.	Conclusiones	47
CAPITULO V: RECOMENDACIONES		48
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA.....		50
CAPITULO VII: ANEXOS.....		52
ANEXO A: Tipos de procesadores automáticos de tejidos		52
ANEXO B: Principio de funcionamiento del procesador de tejidos cerrado		54
ANEXO C: Características técnicas de ASP200S / ASP300S		63

ANEXO D: Características técnicas de ASP6025S	65
ANEXO E: Características técnicas de HistoCore Pearl	67
ANEXO F: Instrumentos y herramientas.....	69
ANEXO G: Procedimiento de mantenimiento preventivo	74
ANEXO H: Procedimiento de mantenimiento correctivo	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estado inicial de un equipo previo al mantenimiento preventivo.....	15
Figura 2 Orings y capuchones de botellas deteriorados.....	17
Figura 3 Tuberías de aire taponadas con parafina.....	18
Figura 4 Niveles de reactivos.....	20
Figura 5 Retorta con presencia de parafina sólida	21
Figura 6 Limpieza de los sensores de nivel	22
Figura 7 Prueba de presión y vacío	23
Figura 8 Ductos de aire con presencia de parafina	24
Figura 9 Cable de conexión de sensor de nivel.....	25
Figura 10 Prueba de parámetros eléctricos	26
Figura 11 Medición de temperatura con termómetro IR.....	27
Figura 12 Válvula de reactivo con presencia de parafina sólida.....	31
Figura 13 Retiro de sensor de nivel dañado	34
Figura 14 Cable de sensor de temperatura dañado.....	35
Figura 15 Instalación de tarjeta electrónica principal	37
Figura 16 Tarjeta electrónica del sistema de temperatura.....	37
Figura 17 Mantenimiento preventivo.....	45
Figura 18 Diagnóstico de falla	45
Figura 19 Mantenimiento correctivo.....	46
Figura 20 Procesador automático abierto.....	52
Figura 21 Procesador automático cerrado.....	53
Figura 22 Diagrama de bloques de funcionamiento	55
Figura 23 Diagrama de partes	56
Figura 24 Pantalla HistoCore Pearl.....	56

Figura 25 Retorta ASP6025S	57
Figura 26 Baños de parafina ASP6025S	58
Figura 27 Contenedores de reactivos HistoCore Pearl	59
Figura 28 Válvula rotatoria HistoCore Pearl	60
Figura 29 Bomba de aire HistoCore Pearl	61
Figura 30 Sensores de nivel - ASP200S	62
Figura 31 Válvulas de reactivo y parafina - ASP6025S	62
Figura 32 Procesador ASP300S	64
Figura 33 Procesador ASP6025S	66
Figura 34 Procesador HistoCore Pearl	68
Figura 35 Termómetro Fluke 62 MAX+ IR	70
Figura 36 Multímetro Fluke 179	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Mantenimiento correctivo del sistema de presión.....	32
Tabla 2. Mantenimiento correctivo del sistema de temperatura	35
Tabla 3. Mantenimiento correctivo del sistema eléctrico y electrónico.....	38
Tabla 4. Programa de mantenimiento preventivo	40
Tabla 5. Programa de mantenimiento correctivo	41
Tabla 6. Especificaciones técnicas de ASP300S.....	64
Tabla 7. Especificaciones técnicas de ASP6025S.....	66
Tabla 8. Especificaciones técnicas de HistoCore Pearl.	68
Tabla 9. Especificaciones técnicas termómetro Fluke 62 MAX+ IR	70
Tabla 10. Especificaciones técnicas multímetro Fluke 179	72
Tabla 11. Procedimiento de mantenimiento preventivo	74
Tabla 12. Procedimiento de mantenimiento correctivo	78

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El diagnóstico de cáncer es uno de los procesos más angustiantes por el que tienen que pasar los pacientes, debido al tiempo que demora obtener los resultados, es por ello, que las entidades de salud optan por equipar sus laboratorios de anatomía patológica con equipos sofisticados que ayuden en el ahorro de tiempo y que a su vez liberen al especialista de tareas manuales para que pueda enfocar su conocimiento y atención en el diagnóstico de las muestras que se están evaluando. En ese sentido el procesador automático de tejidos cumple un rol vital y es el eje principal en cuanto a eficiencia y efectividad en la adecuación de las muestras para el diagnóstico de cáncer.

Este equipo, requiere de un mantenimiento integral para asegurar su óptimo desempeño, tanto en casos de preventivos como en los casos más rigurosos como lo son los correctivos, donde se busca poner en operatividad un equipo con fallas.

El presente informe consiste en demostrar la experiencia que he adquirido realizando las actividades preventivas, diagnóstico de fallas y mantenimientos correctivos de los procesadores automáticos de tejidos pertenecientes a las entidades de salud más grandes de Lima metropolitana y a su vez brindar un programa de mantenimiento adecuado. Para ello, se ha dividido el documento en siete capítulos.

El segundo capítulo indica la información donde se llevó a cabo esta experiencia profesional, así como los objetivos que persigue la empresa. En el tercer capítulo se describe el objetivo principal y los objetivos específicos, se plantea el problema real existente y se detalla la metodología y el procedimiento para realizar el diagnóstico de fallas, mantenimiento preventivo y/o correctivo de los diversos modelos de procesadores automáticos de tejidos de la marca Leica. Finalmente, en los capítulos cuatro y cinco se brindarán las conclusiones y recomendaciones sobre el mantenimiento de estos equipos.

CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

2.1. Institución – Actividad que desarrolla

La institución para la cual se desarrollaron las actividades es BAIRES S.A.C., empresa dedicada a la venta de equipos de laboratorio, principalmente enfocada en la microscopía óptica e histopatología y a su vez brinda servicios de instalación, capacitación y mantenimientos de los equipos suministrados.

El desarrollo de este trabajo se basa en los servicios que fueron prestados para diversas entidades de salud en Lima metropolitana tales como: Instituto Nacional de enfermedades Neoplásicas, Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, Hospital Centro Médico Naval “Cirujano Mayor Santiago Távara”, Instituto Nacional Materno Perinatal, Hospital Nacional Cayetano Heredia, Hospital de San Juan de Lurigancho y el laboratorio privado Patología Oncológica perteneciente al grupo AUNA.

2.2. Periodo de duración de la actividad.

Las actividades descritas en el informe ocurrieron en el periodo de enero a noviembre del 2022 con una duración aproximada de 11 meses.

2.3. Finalidad y objetivos de la entidad

BAIRES S.A.C. es una empresa que provee soluciones integrales en equipamiento para los segmentos de educación, industria, investigación y salud.

Con más de 20 años en el sector, la empresa se ha consolidado como uno de los referentes en equipamiento médico y de laboratorio; también cuenta con un equipo de profesionales y especialistas con más de una década de experiencia en tecnología para innovar en equipos y productos para el sector.

Se encuentran altamente comprometidos con los usuarios lo que significa compartir con los clientes la responsabilidad de seleccionar el equipo idóneo para cada una de todas las alternativas de la amplia gama que hoy ofrecen las marcas que se representan. Lo que los diferencia es que no sólo se ofrecen productos especializados y de calidad, sino que se resuelve cualquier inquietud antes, durante y después de adquirir un producto y/o servicio por lo que acompañan al cliente en todo el proceso preventa y post venta.

2.4. Razón social

La razón social de la empresa es BAIRES S.A.C. y su R.U.C es 20464408623

2.5. Dirección postal

La empresa se encuentra ubicada en Jr. Cineraria 103 perteneciente a la urbanización Villa Libertad en el distrito de Santiago de Surco.

2.6. Correo electrónico del profesional a cargo.

El personal a cargo del área de Servicio Post Venta es José Luis Pellegrino, quien ocupa el cargo de Gerente General y cuyo correo electrónico es: jose.pellegrino@bairesac.com.

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1. Organización de la actividad

La ejecución de las actividades se organiza de la siguiente manera:

- a. Revisión y diagnóstico de los equipos: Se evalúa el desempeño del equipo determinando que componentes requieren cambio para prevenir una futura falla o para poner en operatividad el equipo.
- b. Elaboración del reporte técnico y cotización: Se realiza el reporte fotográfico indicando los resultados de la visita de diagnóstico y se elabora una cotización de mantenimiento preventivo o correctivo según sea el caso.
- c. Obtención de la orden de servicio: Se obtiene la orden, asegurando el presupuesto del cliente.
- d. Programación del servicio: Se coordina una visita para la ejecución de actividades.
- e. Ejecución del mantenimiento: Se realizan las actividades preventivas y/o correctivas para lograr el óptimo desempeño del equipo.
- f. Elaboración del reporte técnico final: Se realiza un documento técnico con evidencia fotográfico donde se detallan las actividades realizadas y se brindan las recomendaciones.

3.2. Finalidad y objetivos de la Actividad

3.2.1. Finalidad

Debido a la importancia de los procesadores automáticos de tejidos dentro del laboratorio de anatomía patológica, se busca asegurar su óptimo funcionamiento realizando el mantenimiento oportuno para así evitar demoras en la infiltración de muestras que serán revisadas para el diagnóstico de cáncer, así como también para asegurar la bioseguridad del personal usuario, evitando que entren en contacto constante con los reactivos y humos propios de los reactivos utilizados en el procesamiento.

3.2.2. Objetivos

3.2.2.1. Objetivo general

Realizar el mantenimiento integral de los procesadores automáticos de tejidos para los principales hospitales en Lima metropolitana

3.2.2.2. Objetivos específicos

- Elaborar el programa de mantenimiento preventivo, identificando actividades y dimensionando tiempos.
- Describir las actividades y procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo de los procesadores automáticos de tejidos.
- Describir el procedimiento para el diagnóstico de falla y realizar un análisis de las fallas más comunes.

- Identificar repuestos y planificar las actividades y procedimientos para realizar el mantenimiento correctivo de los procesadores de tejidos.

3.3. Problemática

3.3.1. Problema General

¿Como garantizar el correcto funcionamiento de los procesadores automáticos de tejidos para los principales hospitales en Lima metropolitana?

3.3.2. Problemas Específicos

¿Cómo se elabora el programa de actividades para el mantenimiento preventivo de los procesadores de tejidos?

¿Cuál es el procedimiento para realizar el mantenimiento preventivo de los procesadores de tejidos?

¿Cómo se identifican las fallas más comunes en los procesadores automáticos de tejidos?

¿Cómo realizar el mantenimiento correctivo de los procesadores de tejidos que se encontraban en pleno funcionamiento?

3.3.3. Justificación e importancia de la investigación

El presente trabajo se justifica por lo siguiente:

3.3.3.1. *Justificación social*

Hoy en día los laboratorios de anatomía patológica cuentan con equipamiento más sofisticados en la búsqueda de eficiencia, eficacia y también de la bioseguridad, en ese sentido, al contar con un equipo en óptimas condiciones de funcionamiento se logra ahorrar tiempo sin afectar la calidad del procesamiento con lo cual se reduce considerablemente la espera de los pacientes que acuden a estas entidades de salud queriendo obtener un correcto diagnóstico, principalmente cuando se habla de entidades del estado, ya que aquí se concentra la gran mayoría de casos de pacientes de bajos recursos económicos que incluso pueden haber sido transferidos desde hospitales menos equipados en diferentes provincias, quienes ya tienen que esperar mucho tiempo por motivos burocráticos y a quienes les impactaría profundamente tanto en su salud como en lo económico que los procesadores no puedan cumplir su función debido a la falta del mantenimiento apropiado.

Por otro lado, también se logra la correcta gestión de los reactivos y se asegura la bioseguridad, evitando que el personal usuario, que pasa largas horas de trabajo en ese ambiente, tenga que entrar en contacto directo con los reactivos y humos propios de la labor que le puedan generar, a largo plazo, un daño severo a su salud.

3.3.3.2. *Justificación económica*

El diagnóstico de los equipos tiene por finalidad evaluar los componentes que requieren cambio para prevenir una falla futura o para lograr la operatividad del equipo, lo cual genera un beneficio funcional para la entidad de salud, pero también genera beneficio económico para la empresa que presta los servicios. En ese sentido, son muchos los proveedores que brindan este tipo de equipos y servicios; sin embargo, lo que se busca con un servicio de calidad es obtener la confianza del cliente que nuestros profesionales tienen un amplio conocimiento en la materia y están capacitados para resolver todas sus consultas técnicas con lo cual se logra la fidelización de los clientes y ello deriva en mayores oportunidades de venta de

equipos generando así un crecimiento económico para la empresa; es por ello que los mantenimientos descritos en este trabajo han sido realizados luego de la obtención de una orden de compra por servicio y/o repuestos.

Por otro lado, las entidades de salud privadas también se ven beneficiadas de esto ya que tener un equipo inoperativo o con fallas que afecten la calidad y tiempo de procesamiento significa pérdidas económicas para la entidad por lo que siempre van a buscar contar con sus equipos en óptimas condiciones.

3.3.3.3. *Justificación práctica*

Las actividades de mantenimiento preventivo realizadas han logrado resolver los inconvenientes de tiempo de procesamiento asociados al uso continuo de los equipos, así como la descontaminación de las superficies asegurando la bioseguridad. Por otro lado, los mantenimientos correctivos han logrado poner en operatividad los equipo que no puede cumplir con las funciones deseadas debido a una falla mayor.

En ambos casos, se busca que los procesadores automáticos de tejidos funcionen en óptimas condiciones y con ello se ha resuelto la necesidad de los clientes de contar con un procesamiento rápido, autónomo y de calidad, haciendo la labor del patólogo más eficiente, eficaz y segura.

3.4. Metodología

En el presente capítulo se detallará la metodología y los procedimientos para realizar el diagnóstico y mantenimiento de los equipos procesadores automáticos de tejidos; sin embargo, es necesario primero conocer algunos conceptos importantes para poder entender el desarrollo de la actividad.

3.4.1. Bases teóricas

3.4.1.1. Bioseguridad

Según la OMS, la bioseguridad es un conjunto de normas y medidas para proteger la salud del personal, frente a riesgos biológicos, químicos y físicos a los que está expuesto en el desempeño de sus funciones, también a los pacientes y al medio ambiente.

El profesional del laboratorio de análisis clínico, diagnóstico o de patología clínica vive en peligro constante con la probabilidad de contagio de muestras patógenas altamente infecciosas, es por ello que la bioseguridad cuenta con normas y protocolos destinados a mantener, controlar y reducir factores de riesgo laborales procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos con el objetivo de proteger al personal de salud y pacientes, del contacto con agentes patógenos en servicios de salud vinculados a accidentes por manipulación de sangre o fluidos corporales potencialmente infecciosos, por ejemplo, se encuentran aquéllos derivados del manejo de material infeccioso, radiación, compuestos tóxicos y químicos e inflamables. (Manual de bioseguridad en el laboratorio, 2005)

3.4.1.2. Histología y anatomía patológica

La histología, según Stevens y Lowe, puede definirse como el estudio de la estructura microscópica del material biológico y de la forma en la que se relacionan los distintos componentes individuales, en ese sentido la anatomía patológica usa el conocimiento sobre la histología en la predicción, comprensión y tratamiento de las deficiencias funcionales que se asocian a las alteraciones estructurales de un organismo biológico.

Por lo tanto, se puede definir que la histopatología es la técnica que usa el anatómo patólogo para el análisis sobre una muestra de biopsia extraída de un tejido enfermo para el diagnóstico de patologías. (Histología Humana, 2020)

3.4.1.3. *Procesamiento de tejidos*

El procesamiento de tejidos consiste en los siguientes pasos:

- **Fijación:** La fijación es el primer paso del procesamiento de tejidos, el cual consta a su vez de 2 pasos los cuales son:
 - Fijación: consiste en la interrupción del metabolismo celular, con lo cual se logra conservar las estructuras celulares y tisulares. Esta fijación se puede realizar por medio físicos (congelación) o por medios químicos (reactivos), esta última es la más usada generalmente y se realiza sumergiendo la muestra en una solución fijadora que puede ser formol neutro (10-15 %)
 - Lavado: Tras la fijación se debe realizar un lavado, por lo general con agua destilada, para eliminar los restos del fijador ya que este no debe entrar en contacto con los siguientes pasos. (Histología. Texto y Atlas color con biología celular y molecular, 2008)
- **Inclusión:** El siguiente paso sería la inclusión en parafina; sin embargo, para ello debemos tener en cuenta los pasos preliminares:
 - Deshidratación: Este es un paso preliminar ya que la parafina no logra mezclarse con el agua, por lo que se debe realizar la deshidratación de la muestra. Este paso se logra tras sumergir la muestra en varias soluciones de alcoholes a concentraciones crecientes con lo cual se logra retirar las partículas de agua del tejido.
 - Infiltración con medio intermedio: luego de desplazar el agua de la muestra, se debe realizar lo mismo con el alcohol, por lo cual se sumerge la muestra en una solución intermedia que sea miscible tanto con alcohol como con parafina. Los reactivos más usados para este fin pueden ser benceno, xileno o tolueno, los cuales son productos tóxicos y su inhalación frecuente por periodos prolongados puede derivar la aparición de algún tipo de cáncer.

- Infiltración con parafina: Este paso consiste en sumergir la muestra en parafina a una temperatura mayor a su punto de fusión (60-65°). De esta manera se logra que la parafina ocupe los espacios en la estructura de la muestra que originalmente estaban ocupados por agua.
- Inclusión: Finalmente, luego de contar con la muestra con sus estructuras internas en parafina, se coloca la muestra en unos moldes en forma de bloques y se rellenan con parafina para posteriormente pasar a la sección de corte. (Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental, 2009)

Por lo tanto, el procesamiento de tejidos es un proceso que consta de varios pasos los cuales demandan una cantidad considerable de horas dependiendo del tipo de muestra a procesar. Estas actividades antiguamente eran realizadas en su totalidad de manera manual; sin embargo, en la actualidad se cuenta con los procesadores automáticos de tejidos, los cuales no solo liberan al anatomopatólogo para que pueda asignar mayor tiempo y concentración a otras labores dentro del servicio, sino que también han sido diseñados para contribuir a la bioseguridad, filtrando los humos provenientes de los reactivos que pueden ser muy perjudiciales para todo el personal dentro del laboratorio.

El procesador automático de tejidos es un equipo diseñado para que cumpla con las funciones de fijación hasta la infiltración con parafina. De esta manera permite procesar gran cantidad de muestras sin afectar el tiempo del anatomopatólogo, manteniendo un estándar alto de calidad y evitando errores humanos durante el proceso, todo ello mientras se asegura la bioseguridad del laboratorio y se evita afectar la salud del personal. (Leica, 2021)

Los procesadores se pueden dividir en dos tipos, los abiertos y cerrados, se puede encontrar mayor detalle en el anexo A. El presente trabajo se centrará en el mantenimiento a los procesadores automáticos de tejidos cerrados y cuyo principio de funcionamiento se puede encontrar en el anexo B.

3.4.2. Marco conceptual

La metodología del presente informe se basa en el análisis de la información indicada en los manuales de los equipos, así como a las recomendaciones brindadas por el fabricante y a la experiencia adquirida por la empresa realizando servicios a los equipos, por ende, se ha dividido la metodología de trabajo en las siguientes 3 etapas:

a. Mantenimiento preventivo:

El mantenimiento preventivo es periódico, se realiza sobre equipos en condición de funcionamiento y tiene por finalidad asegurar el buen funcionamiento de los equipos, así como prevenir futuras fallas; este tipo de mantenimiento consiste en realizar todas las inspecciones, ajustes, pruebas operativas y también el cambio solo de ciertas piezas, las cuales son recomendaciones del fabricante debido al tiempo de uso de los equipos y al desgaste de componentes.

En la práctica no todos los clientes cumplen con la frecuencia de mantenimiento indicada, por lo que también tenemos mantenimientos preventivos basados en condición, los cuales se realizan luego de una revisión y diagnóstico.

b. Revisión y diagnóstico:

En la experiencia de la empresa, muchos de los clientes solicitan previamente una evaluación debido a que han notado un desperfecto en el funcionamiento habitual del equipo y se puede dividir en 2 casos:

- **Revisión y diagnóstico de equipos operativos:**

Este caso se presenta cuando el equipo cumple con las funciones para la cual está diseñado, pero existe ciertos inconvenientes como pueden ser mayor tiempo de procesamiento, ruidos extraños, atascamiento, etc.

La gran mayoría de estos casos derivan en un mantenimiento preventivo por condición; sin embargo, también se puede darse el caso de un mantenimiento correctivo.

- **Revisión y diagnóstico de equipos inoperativos:**

Este caso se presenta cuando los equipos han sufrido una falla mayor y son incapaces de cumplir sus funciones.

Aquí se requiere identificar que acciones y repuestos específicos se requieren para poder realizar un mantenimiento correctivo.

c. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se realiza sobre equipos inoperativos, es decir después de un fallo o avería inesperada y que requieren procedimientos y/o repuestos específicos para lograr que el equipo cumpla la función requerida. Para este tipo de mantenimientos, según la experiencia obtenida, se puede dividir en 2 tipos:

- **Mantenimiento Correctivo inmediato:**

En este tipo de mantenimiento solo se realizan procedimientos específicos para lograr la operatividad y se realiza a la brevedad. Por lo general es una solución temporal hasta poder obtener los repuestos necesarios para el cambio.

- **Mantenimiento Correctivo diferido:**

Este tipo de mantenimiento se realiza luego de la obtención de repuestos que por lo general tienen un tiempo de importación.

3.5.Procedimiento

Para realizar el mantenimiento o diagnóstico de cualquier equipo es necesario primero conocer sus características técnicas, así como su funcionamiento y limitaciones; es por ello, que el primer paso es la revisión de la información técnica. En el presente trabajo se tomarán como referencia los procesadores automáticos de tejidos a los cuales he logrado tener alcance en mi experiencia, cuyas características se encuentran resumidas en los anexos C, D y E, así como contar con los instrumento y herramientas necesarias, las cuales las podemos encontrar en el anexo F.

3.5.1. *Mantenimiento Preventivo*

El mantenimiento preventivo de un equipo médico es esencial dentro de cualquier establecimiento de salud para asegurar su correcto funcionamiento y operatividad, con lo cual se logra mantener el flujo de trabajo en el área usuaria correspondiente. Los mantenimientos constan de una serie de actividades detalladas en un procedimiento, estas actividades son inicialmente recomendaciones dadas por el fabricante de los equipos y estas pueden ajustarse en medida de la experiencia obtenida por el personal técnico especializado y describen la serie de pasos que debemos ejecutar para verificar el estado de partes, componentes y accesorios principales del equipo, así como las actividades que preservarán dichos elementos a lo largo de su vida útil.

En ese sentido se comienza con una inspección del estado físico de los componentes y accesorios para descartar algún daño evidente previo a comenzar con el mantenimiento, como se muestra en la figura 1.



Figura 1 Estado inicial de un equipo previo al mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se ha revisado el estado físico del equipo, se debe verificar el listado de eventos ocurridos para advertir algún mal funcionamiento; para ello se ingresa al software de control con la contraseña de administrador y se visualiza la actividad e incidencias del equipo desde una semana antes del mantenimiento.

Luego de haber verificado la condición inicial del equipo, se procede con la limpieza externa, para esto se utiliza una solución jabonosa con la cual se humedece un paño libre de pelusa y se procede a limpiar toda la superficie; con ayuda de una espátula plástica se puede retirar la parafina adherida a la carcasa del equipo. La pantalla de control se puede limpiar con un paño humedecido con alcohol isopropílico.

La retorta debe ser limpiada rociando un desinfectante líquido en su interior y dejando actuar por unos minutos, luego de ello se procede a limpiar con un trapo libre de pelusa y a secar. Se debe retirar el tamiz para su limpieza, en caso se visualice algún resto de parafina sólida se puede limpiar con WD40 o Xilol, luego de ello, limpiar con desinfectante, secar y colocarlo nuevamente. También se debe realizar la limpieza del sensor de nivel utilizando un hisopo de algodón no sintético y alcohol isopropílico. Finalmente limpiar el ingreso de aire con un hisopo.

La tapa de la retorta se puede limpiar con una solución de agua y detergente, luego de ello se debe secar y verificar el estado del sello, en caso de deterioro, realizar el cambio. Se debe verificar el estado de los baños de parafina, así como su temperatura, la cual debe estar dentro del rango de tolerancia indicado en el control de temperatura del equipo. Luego de la medición se retiran los baños y la bandeja recolectora de parafina y se procede a quitar el excedente de las superficies y de la zona de calentamiento con una espátula plástica.

De igual manera, se retiran las botellas de reactivos y se procede a realizar la limpieza externa con ayuda de una espátula plástica y un trapo humedecido con agua y detergente. Luego de ello se realiza la limpieza de la zona de reactivos y la bandeja recolectora utilizando un desinfectante líquido, el cual se debe dejar actuar unos minutos antes de proceder con la limpieza.

Se debe verificar el estado de capuchones de las tapas de las botellas, así como de los orings de los conectores posteriores, en caso de comprobar deterioro, como en la figura 2, se deben reemplazar. Finalmente se deben engrasar los orings y posteriormente volver a colocar las botellas en la zona de reactivos.



Figura 2 Orings y capuchones de botellas deteriorados

Fuente: Elaboración propia

En la medida de lo posible se debe tratar de coordinar el mantenimiento el día que corresponda al cambio de reactivos y parafina para de esa manera poder hacer una limpieza interna de los contenedores.

Para acceder a la parte interna del equipo es necesario primero apagarlo y desconectarlo de la red eléctrica.

Se debe verificar la fecha del filtro de carbón activado y de ser necesario realizar el cambio.

Para realizar la limpieza interna, se debe retirar los pernos de la tapa posterior del equipo y desconectar el cable de aterramiento del equipo. Una vez tengamos acceso al equipo, se debe realizar una verificación del estado de la válvula rotatoria, electroválvulas, tuberías, manifold y filtros de aire; posterior a ello, realizar una limpieza con ayuda de una brocha suave.

Se deben revisar los ductos de aire y de visualizarse suciedad, se deben retirar para su limpieza o su reemplazo tal como se muestra en la figura 3.



Figura 3 Tuberías de aire taponadas con parafina

Fuente: Elaboración propia

En caso se requiera, según las horas de uso del equipo, se debe realizar el cambio del diafragma de la bomba.

Se debe realizar una verificación de la conexión de los puntos de tierra del equipo y la inspección visual de las tarjetas electrónicas.

Previo al encendido del equipo se debe realizar una prueba de seguridad eléctrica con la finalidad de salvaguardar la integridad del equipo y del personal usuario, midiendo la resistencia entre la línea de alimentación y chasis-tierra y verificando el voltaje de entrada al equipo.

Tras el encendido del equipo se deben ejecutar las pruebas de movimiento de válvula rotatoria, presión y vacío utilizando el software de control en modo servicio.

Una vez que hayan pasado exitosamente las pruebas, se debe extraer la información de usuario y servicio en un USB utilizando el software de control en modo supervisor, Cabe mencionar que, si se hizo cambio del filtro o el kit de mantenimiento de bomba, se debe reiniciar las horas de uso en el software.

Finalmente, se debe ejecutar un programa de prueba para verificar la operatividad del equipo.

3.5.2. Revisión y diagnóstico

La revisión y diagnóstico se da por motivos, una notificación de mal funcionamiento por parte del cliente, lo que conlleva a una visita o la observación de un evento fuera de lo normal durante la inspección del estado del equipo previo a un mantenimiento preventivo.

En ambas ocasiones se procede con identificación de la falla y a continuación de listarán y describirán las fallas más comunes en los procesadores automáticos de tejidos.

3.5.2.1. Fallas comunes:

Cuando se presenta un error, todos los modelos de procesadores Leica lanzan un mensaje de error en la pantalla con un código y una breve descripción de lo que el usuario puede realizar para solucionarlo; sin embargo, si el error es complejo, solo se mostrará el mensaje de llamar a servicio técnico.

a. Falla de reactivo insuficiente:

Este tipo de falla es la más común de presentarse y se da cuando el usuario del equipo no ha verificado el nivel de los contenedores de reactivo o parafina por lo que al correr algún programa, el sensor de nivel no detecta un llenado adecuado en el paso correspondiente al reactivo insuficiente, por lo que lanza un mensaje de error.

Es importante recordar que el nivel de reactivo irá disminuyendo poco a poco su nivel con cada programa lanzado ya que se usa para la infiltración en el tejido y también existen pérdidas por evaporación ya que se trabaja con temperatura, por lo que siempre se debe verificar que el reactivo se encuentre en el nivel correcto, como se muestra en la figura 4.



Figura 4 Niveles de reactivos

Fuente: Elaboración propia

b. Falla en el suministro eléctrico

Este tipo de falla se presenta cuando ha ocurrido un fallo en el fluido eléctrico de la institución, el cual se detecta en el equipo y se ejecuta una rutina de seguridad para poner las muestras en reactivo seguro, de esa manera se evita que las muestras se dañen y se pierdan.

Este tipo de falla es principalmente encontrada en entidades de salud públicas, las cuales presentan problemas regulares con el suministro eléctrico, por lo cual se recomienda siempre tener estabilizadores de voltaje con transformadores de aislamiento que proteja al equipo, principalmente al CPU, ante sobretensiones o un UPS que pueda proporcionar un tiempo adecuado para poder retirar las muestras y apagar correctamente el equipo hasta que se reestablezca el fluido eléctrico.

c. Falla de presión

Las fallas de presión son menos comunes, pero tienden a ser las más difíciles de identificar debido a que pueden presentarse por diversos motivos y abarcan una gran cantidad de posibilidades y componentes.

Este tipo de fallas las podemos dividir en dos grupos:

- Falla de alta presión: Se presentan debido a una obstrucción en algún componente del sistema de aire o reactivo, lo que origina un sobre esfuerzo en la bomba.

- Falla de baja presión: Se presenta debido a una fuga de aire, lo cual hace que no se llegue o no se mantengan los niveles adecuados de presión o vacío que requiere el sistema.

Dentro de estas fallas, las más comunes y de rápida identificación son las que ocurren en la retorta, ya que no requieren la revisión interna del equipo y para su identificación se deberá realizar una revisión de los siguientes componentes: sello de la retorta, pernos y bisagras de la tapa, ingresos de aire y de reactivo.



Figura 5 Retorta con presencia de parafina sólida

Fuente: Elaboración propia

d. Falla de temperatura

Los fallos de temperatura más comunes en el equipo muchas veces pueden deberse a temas eléctricos, como pueden ser un mal dimensionamiento de la carga eléctrica asociada al tomacorriente de alimentación. Es importante tener en cuenta que la principal fuente de consumo eléctrico en el equipo se encuentra en el sistema de calefacción ya que este será el encargado de poder derretir la parafina y mantenerla en una temperatura que puede fijarse entre los 60 y 70° C aproximadamente.

Otra causante de fallas son los cortes en fluido eléctrico, muchos de los hospitales, consientes de sus deficiencias en su propio sistema eléctrico, optan por usar UPS dedicados al equipo con la idea de poder seguir procesando pese a un corte en el fluido eléctrico; sin embargo, esto no funciona realmente de esa manera. Como se ha mencionado anteriormente, el UPS es un elemento de protección para el equipo, el cual nos brinda un tiempo de respaldo para poder resguardar las muestras y apagar el equipo de una forma segura, mas no sirve para poder continuar procesando ya que el UPS no cuenta con la carga suficiente para hacer funcionar el sistema de calefacción. Por lo que, al seguir procesando solo con la carga del UPS, el procesador no calentará la parafina y se mostrará como una falla de temperatura o una falla de presión, dependiendo del paso en el que se haya quedado la parafina sólida.

Este tipo de fallas son fácilmente identificables, analizando el comportamiento de los parámetros eléctricos y de temperatura usando el software de servicio.

e. Falla en el sensor de nivel

Este tipo de falla se da cuando no se ha realizado una adecuada limpieza del sensor de nivel, como se muestra en la figura 6, y presenta restos de parafina o en algunos casos tejido que pueden ocasionar una falsa lectura de nivel.



Figura 6 Limpieza de los sensores de nivel

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.2. *Identificación de fallas complejas*

En este punto se describirán fallas de menor ocurrencia que las anteriores, pero con mayor complejidad y que pueden ocasionar daños a los componentes internos del equipo.

a. Falla de presión

Lo primero que se debe hacer es determinar si la falla es por alta o baja presión, para ello se debe realizar una prueba de presión y vacío desde el software de servicio, como se muestra en la figura 7.

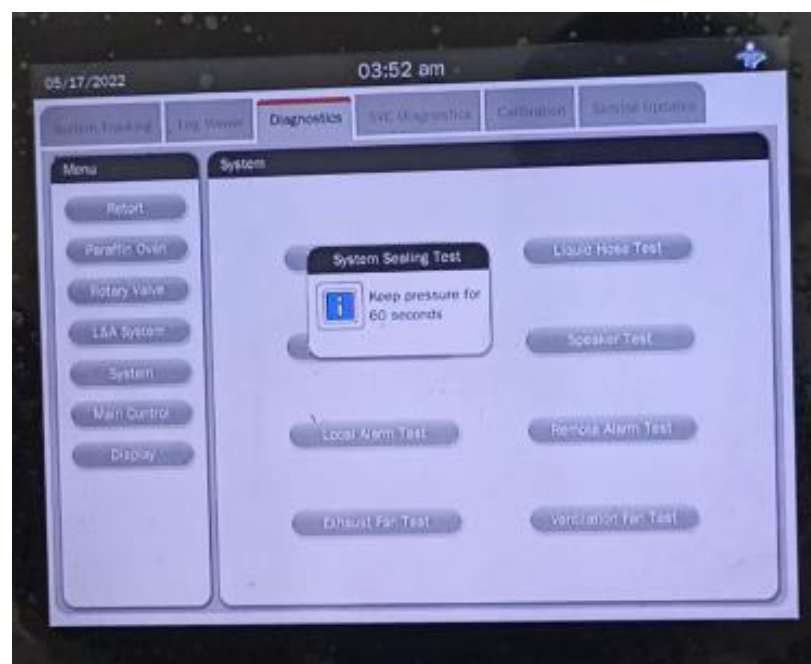


Figura 7 Prueba de presión y vacío

Fuente: Elaboración propia

Las fallas por sobrepresión se originan por algún bloqueo u obstrucción en algún componente del sistema de aire o reactivo, para determinar su ubicación, se debe retirar la tapa posterior del equipo y seguir el flujo de aire hacia la retorta, verificar si algún componente presenta restos de parafina u tejido en su interior, como por ejemplo lo visto en la figura 8.



Figura 8 Ductos de aire con presencia de parafina

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, las fallas por baja presión se originan por una fuga de aire y para determinar su ubicación se debe realizar una prueba de burbujas, la cual consiste en colocar burbujas de una solución jabonosa o espuma en los bordes de los componentes del sistema de aire donde se podría producir una fuga y verificar si existe una corriente de aire.

b. Falla de nivel

La falla en los sensores de nivel por lo general suele darse por una incorrecta limpieza, un golpe ocasionado al momento de manipular la canastilla de muestras al interior de la retorta o un inadecuado traslado del equipo haciendo que el sensor se descalibre.

Para comprobar el fallo en el sensor, como primer paso se debe verificar su correcta posición en la retorta, luego de ello se debe verificar la conexión del cable hacia la tarjeta electrónica correspondiente y finalmente ejecutar una prueba con el software de servicio y verificar que se encuentre correctamente calibrado.



Figura 9 Cable de conexión de sensor de nivel

Fuente: Elaboración propia

c. Falla del sistema eléctrico o electrónico

Los equipos procesadores de tejidos cuentan con protección ante fallos eléctricos tanto a nivel físico para la protección de los elementos del equipo y a nivel lógico en la programación de las rutinas de procesamiento para la protección de las muestras; sin embargo, existen algunos casos en los que se han presentado fallas en los sistemas eléctricos o electrónicos.

Este tipo de fallas se dan principalmente en entidades salud públicas donde la red eléctrica cuenta con años de antigüedad y con falta de mantenimiento, ello ocasiona que existan variaciones constantes en el fluido eléctrico, los cuales son

imperceptibles en el día a día, pero que al realizarse un análisis de los parámetros eléctricos registrados por el equipo, se puede verificar la existencias de picos y bajadas de corriente frecuentes que a la larga puede deteriorar el tiempo de vida de los componentes.

En ese sentido, las fallas eléctricas pueden abarcar fallas de todos los demás sistemas ya que todo se maneja desde la tarjeta electrónica principal a la que llegan las señales de las tarjetas secundarias. Al analizar los parámetros eléctricos con el software de servicio, es posible identificar fallos en los siguientes componentes:

- Falla en las baterías.
- Falla en el sistema de alimentación.
- Falla en la E-box.
- Falla en la tarjeta principal.
- Falla en las tarjetas secundarias: Retorta, baños de parafina, válvula rotatoria, bomba de aire.

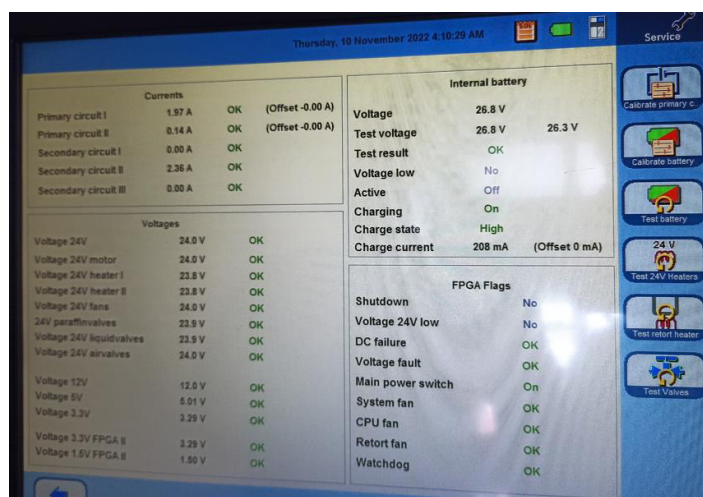


Figura 10 Prueba de parámetros eléctricos

Fuente: Elaboración propia

d. Falla de temperatura

Una vez que se ha descartado que el fallo de temperatura puede deberse a temas eléctricos, lo siguiente es realizar un diagnóstico del sistema de calefacción utilizando el software de servicio del equipo, lo cual nos permitirá identificar en que subsistema se encuentra la falla.

Luego de ello, se debe verificar la operatividad de los sensores de temperatura, para esto, se debe hacer una medición con un termómetro IR como en la figura 11 de todos los subsistemas de calefacción y verificar que se encuentre dentro del rango indicado en los parámetros de temperatura del equipo usando el software de servicio; caso contrario se debe considerar realizar un reemplazo del sensor de temperatura del subsistema correspondiente.



Figura 11 Medición de temperatura con termómetro IR

Fuente: Elaboración propia

Si las mediciones realizadas coinciden con los valores indicados en el software, pero estas se encuentran fuera de los rangos aceptables para la operación del equipo, se debe verificar el buen funcionamiento de los calefactores, caso contrario se debe realizar un cambio.

3.5.3. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo busca poner en funcionamiento un equipo con fallas o que ha dejado de realizar la función para la cual ha sido diseñado, para ello se realizan una serie de pasos, los cuales se describirán dentro del presente capítulo.

Es importante mencionar que el mantenimiento correctivo se ejecuta luego de haber realizado una revisión y diagnóstico de falla, donde se identificará y comprenderá el tipo de falla que se está presentando y luego de lo cual se podrán ejecutar las acciones correctivas correspondientes. Este mantenimiento podemos dividirlo en 2 tipos:

3.5.3.1. MC en línea

Este tipo de mantenimiento correctivo se realiza en la misma visita para diagnóstico y se da cuando la falla identificada no requiere de algún repuesto para la puesta en operatividad del equipo o cuando se está proporcionando una solución temporal para evitar retrasos hasta que se realice el mantenimiento correctivo final. A continuación, se describirán las soluciones a las fallas comunes mencionadas en el numeral 3.5.2.1:

a) Falla de reactivo insuficiente

En este tipo de falla tendrá dos modos de reacción, el primero a corto tiempo donde el usuario deberá verificar y completar el nivel de los reactivos dentro de sus contenedores, y el segundo modo se presenta cuando la falla se ha mantenido por un largo periodo de tiempo y no se ha completado el nivel del reactivo correspondiente, por lo que el equipo entra en un modo seguro donde protege las muestras y se bloquea para evitar que se corran otros programas.

En este último caso, lo que se realiza es un desbloqueo usando la llave de servicio para poder seguir con la rutina o lanzar otro programa.

b) Falla en el suministro eléctrico

Este tipo de falla es una de las más recurrentes dentro de entidades de salud pública e incluso privadas en el país debido a la inestabilidad en el fluido eléctrico y a la

precariedad de las instalaciones eléctricas o a la falta del mantenimiento adecuado de estas.

Cuando se presenta el equipo detecta esta falla y coloca las muestras dentro de un reactivo seguro, luego de lo cual se bloquea por seguridad.

Una vez que se ha restablecido el fluido eléctrico, se debe realizar un desbloqueo y reinicio del equipo usando la llave de servicio, luego de lo cual el equipo podrá lanzar otro programa.

Es importante mencionar que los equipo cuentan con seguridad ante fallos eléctricos; sin embargo, la gran ocurrencia de estas variaciones en la energía eléctrica pueden ocasionar daños a los componentes eléctrico o electrónicos del equipo, además se debe recalcar que estos equipos operan con una computadora embebida dentro de su arquitectura, por lo que ante fallos eléctricos recurrentes o una mala gestión de uso de los equipo, como pueden ser desenchufar y volver a enchufar el equipo para forzar un reinicio, se podría presentar una falla a nivel de las tarjetas electrónicas, la cual requeriría un mantenimiento correctivo de mayor complejidad que incluya repuestos.

c) Falla de presión

Luego de haber identificado el tipo de falla de presión en la retorta tenemos que seguir el siguiente criterio:

- **Falla de alta presión:** Esto suele darse debido a una falta de limpieza, lo cual origina una obstrucción, por lo que se deben revisar todos los ingresos hacia la retorta, tales como ingresos de aire e ingreso de reactivo y se debe realizar su respectiva limpieza.

Posteriormente, se deben realizar pruebas de sellado, de presión y vacío usando el software de servicio del equipo.

- **Falla de baja presión:** Esto suele presentarse debido al desgaste en los componentes que realizan el sellado de la retorta, por donde se origina una fuga de aire perdiendo así presión.

Se debe realizar la limpieza del sello de la tapa de la retorta y revisión y ajuste de las bisagras, pernos y manija de apertura de la tapa. Luego de esto, se debe realiza una prueba de sellado, presión y de vacío usando el software de servicio del equipo.

Es importante recalcar que esta es una solución temporal ya que, de presentarse desgaste, lo recomendado es el cambio del repuesto.

d) Falla de temperatura

Una vez que se ha verificado que la falla de temperatura se debe a un problema en el suministro eléctrico, lo que se debe hacer es alimentar al equipo con una línea independiente y estabilizada de preferencia o en una línea compartida dimensionada adecuadamente para la carga conectada y haciendo uso de un estabilizador de voltaje.

En caso se haya producido por un corte eléctrico, se debe realizar un desbloqueo del equipo y proceder de similar manera a los capítulos anteriores.

e) Falla en el sensor de nivel

Este tipo de falla puede generar tres escenarios, el primero que el reactivo se regrese a la botella, en cuyo caso se deben retirar las muestras, asegurarse que la retorta este completamente vacía y proceder con la limpieza del sensor de nivel o la rejilla metálica que cubre el sensor en algunos modelos.

El segundo escenario se da cuando la retorta se quedó con una buena cantidad de reactivo, en ese caso lo que se procede es a realizar un vaciado de la retorta hacia la botella o en caso no se pueda, hacia el punto de vaciado remoto o externo, luego de ello se procede con la limpieza del sensor.

Por último, se tiene casos cuando el software de operación no permite el vaciado automático debido a que el software detecta que la retorta está vacía por la falla en el sensor de nivel, por lo que se debe realizar un vaciado de la retorta manual, se procede a secar el restante y finalmente se limpia el sensor de nivel.

En caso no se logre resolver el inconveniente con la limpieza del sensor, que por lo general se ensucia con parafina o restos de tejido, se debe realizar una verificación interna del sensor de nivel y determinar si requiere reemplazo.

3.5.3.2. MC programado

A diferencia del anterior, el mantenimiento correctivo programado se da cuando el equipo requiere de un cambio de repuestos o procedimientos específicos que no se

pueden ejecutar durante la visita de diagnóstico, es importante tener en cuenta que este tipo de mantenimiento, según el tipo de falla y según la disponibilidad de repuestos, podría requerir de un tiempo de importación de los componentes a reemplazar.

Las fallas más importantes por tratar son las mencionadas en el numeral 3.5.2.2:

a) Falla de presión

Una vez que se han identificado los componentes con fallas se procede a realizar el cambio. Para ello se realiza el desmontaje de las tapas posterior y lateral, según se requiera, para acceder al interior del equipo y realizar el cambio del componente dañado.



Figura 12 Válvula de reactivo con presencia de parafina sólida

Fuente: Elaboración propia

Los componentes que pueden presentar este tipo de falla son los que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Mantenimiento correctivo del sistema de presión

Componente	Probabilidad	Procedimiento
Conectores de aire	Alta	- Desconectar el ducto de aire. - Retirar el conector manualmente o con una llave Allen según sea el modelo. - Cambiar el conector de aire por uno nuevo y asegurarlo con Loctite. - Colocar el ducto de aire.
Ductos de aire	Alta	- Desconectar el ducto de aire de ambos extremos. - Realizar la limpieza del ducto usando xilol o agua caliente, en caso el ducto presente mucha suciedad adherida se debe realizar el cambio por uno nuevo. - Colocar el ducto de aire.
Filtros de aire	Media	- Desconectar los ductos de aire. - Retirar los conectores de aire. - Realizar la limpieza del filtro de aire usando xilol o WD40, en caso se verifique un desgaste importante en el filtro se debe realizar el cambio por uno nuevo. - Colocar el filtro, ducto y conectores de aire.
Válvulas de aire	Baja	- Desconectar los ductos de aire. - Retirar los conectores de aire. - Realizar la limpieza usando un hisopo con xilol o WD40, en caso se verifique un desgaste importante se debe realizar el cambio por una nueva. - Colocar la válvula, ducto y conectores de aire.
Válvulas reactivo	Baja	- Desconectar la bobina y cable de alimentación. - Desmontar las válvulas de reactivo del manifold. - Desensamblar el núcleo o pistón de la válvula y realizar su limpieza, en caso se verifique desgaste, se debe realizar el cambio por una válvula nueva. - Limpiar y engrasar el Oring de la válvula.

		- Realizar el ensamblaje y montaje de la válvula. - Conectar la bobina y cable de alimentación.
Trampa de parafina	Baja	- Desconectar los ductos y conectores de aire. - Desmontar la trampa de parafina de su soporte. - Limpieza de conectores de aire y trampa de parafina, en caso se requiera, realizar el reemplazo. - Realizar el montaje de la trampa de parafina. - Colocar los ductos y conectores de aire.
Válvula rotatoria	Baja	- Desconectar los ductos y conectores de aire. - Desmontar la válvula rotatoria de su soporte. - Limpieza y verificación de desgaste de componentes internos de la válvula rotatoria, reemplazarlos de ser necesario. - Limpieza de conectores de aire. - Realizar el montaje y alineación de la válvula rotatoria. - Colocar los ductos y conectores de aire.
Bisagra de retorta	Baja	- Desmontaje de la tapa de la retorta. - Desensamble de la cara interna de la tapa y verificación de desgaste de los pernos de sujeción. - Retiro de las bisagras de la tapa - Reemplazo de las bisagras. - Ensamblaje de las bisagras y de la tapa de la retorta. - Montaje de la tapa en el equipo.
Bomba de aire	Baja	- Desconectar los ductos y conectores de aire. - Desmontar la bomba de aire de su soporte. - Limpieza y verificación de desgaste de componentes internos de la bomba de aire, reemplazarlos de ser necesario. - Limpieza de conectores y ductos de aire, reemplazarlos de ser necesario. - Realizar el montaje de la bomba de aire.

		- Colocar los ductos y conectores de aire.
--	--	--

b) Falla de nivel

Las fallas en el sensor de nivel son las menos frecuentes, pero una vez que se ha identificado, lo recomendable es realizar el cambio y posterior a ello, es necesario realizar una calibración del software de servicio.

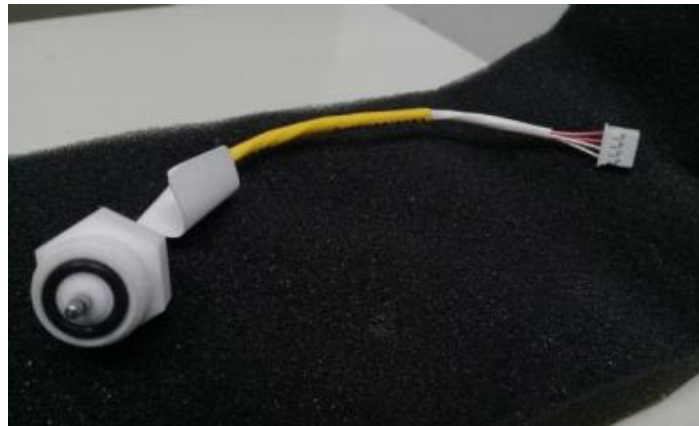


Figura 13 Retiro de sensor de nivel dañado

Fuente: Elaboración propia

c) Falla de temperatura

De acuerdo con lo visto anteriormente, las fallas de temperatura más complejas y menos frecuentes pueden deberse a los siguientes componentes:

- Sensores de temperatura de los baños de parafina
- Sensores de temperatura de la retorta
- Calefactores de los baños de parafina
- Calefactores de la retorta
- Calefactor de válvula rotatoria
- Calefactor de válvulas de reactivo



Figura 14 Cable de sensor de temperatura dañado

Fuente: Elaboración propia

Luego de identificar los elementos con fallas, se debe desmontar la tapa posterior y laterales, según se requiera, para acceder al interior del equipo y realizar las actividades descritas en la tabla 2.

Tabla 2. Mantenimiento correctivo del sistema de temperatura

Componente	Probabilidad	Procedimiento
Sensores de temperatura de los baños de parafina y retorta	Baja	- Revisión del estado físico - Retiro de cable de conexión y limpieza de terminales. - Prueba de continuidad de cables. - Limpieza y ajuste del sensor de temperatura. - Prueba de resistencia eléctrica del sensor. - Reemplazo de cable y/o sensor.
Calefactores de los baños de parafina y retorta	Baja	- Revisión del estado físico - Retiro de cable de conexión y limpieza de terminales. - Prueba de continuidad de cables. - Revisión del estado del termofusible. - Limpieza y ajuste del calefactor.

		- Prueba de resistencia eléctrica del calefactor. - Reemplazo de cable, termofusible y/o calefactor.
Calefactores de válvulas de reactivo y rotatoria	Baja	- Revisión del estado físico - Retiro de cable de conexión y limpieza de terminales. - Prueba de continuidad de cables. - Revisión del estado del termofusible. - Limpieza y ajuste del calefactor. - Reemplazo de cable, termofusible y/o calefactor.

d) Falla del sistema eléctrico o electrónico

Las fallas en el sistema eléctrico abarcan un amplio espectro debido a que todos los sistemas cuentan con tarjetas electrónicas que reportan a la tarjeta principal, como se muestra en las figuras 15 y 16. Por otro lado, todos los sistemas dependen de un sistema de alimentación y baterías que se encargan de brindar la energía para su funcionamiento.



Figura 15 Instalación de tarjeta electrónica principal

Fuente: Elaboración propia



Figura 16 Tarjeta electrónica del sistema de temperatura

Fuente: Elaboración propia

Debido a ello, el mantenimiento correctivo del sistema eléctrico y electrónico se basa en las actividades descritas en la tabla 3.

Tabla 3. Mantenimiento correctivo del sistema eléctrico y electrónico

Componente	Probabilidad	Procedimiento
Baterías	Media	- Prueba de batería en el software de servicio. - Revisión del estado de físico de las baterías y cables de conexión. - Limpieza y ajuste de las terminales de conexión. - Medición de voltaje. - Reemplazo de baterías.
Sistema de alimentación	Baja	- Prueba de alimentación en el software de servicio. - Revisión del estado de físico de la tarjeta de alimentación y cables de conexión. - Limpieza y ajuste de las terminales de conexión. - Revisión del estado de fusibles. - Prueba de continuidad. - Reemplazo de tarjeta.
Tarjetas electrónicas secundarias	Baja	- Prueba del subsistema en el software de servicio. - Revisión del estado de físico de la tarjeta y cables de conexión. - Limpieza y ajuste de las terminales de conexión. - Revisión del estado de fusibles. - Prueba de continuidad y resistencia eléctrica. - Reemplazo de tarjeta.
Tarjeta E-box	Baja	- Revisión del estado de físico de la tarjeta y cables de conexión. - Limpieza y ajuste de las terminales de conexión. - Reemplazo de tarjeta.
Tarjeta electrónica principal	Baja	- Revisión del estado de físico de la tarjeta y cables de conexión. - Limpieza y ajuste de las terminales de conexión. - Revisión del estado de fusibles. - Prueba de continuidad y resistencia eléctrica. - Reemplazo de tarjeta.

3.5.3.3. Pruebas de funcionamiento

Luego de realizar el mantenimiento correctivo respectivo, se deben realizar pruebas de funcionamiento del subsistema afectado y del sistema en general.

Para ello el software de servicio cuenta con programas que se ejecutan para verificar que todos los subsistemas se encuentren en un estado óptimo para operar. Es importante que el profesional que ejecute estas pruebas conozca de los parámetros que serán medidos y los valores que establece el fabricante en los documentos técnicos de mantenimiento de los equipos con lo finalidad de complementar la validación de los programas de prueba.

Finalmente, luego de haber ejecutado pruebas con a los diferentes subsistemas, es recomendable ejecutar una rutina de prueba con reactivos, para ello se debe crear un pequeño programa desde el software de usuario y ejecutarlo. Con ello se verificará la operatividad total del equipo y se podrá continuar con el flujo de trabajo del laboratorio.

3.6. Resultado de la actividad

De acuerdo con lo visto en el capítulo anterior, el mantenimiento preventivo, diagnóstico de falla y mantenimiento correctivo requieren de actividades, herramientas y procedimientos diferentes según sea el caso; a continuación, se realizará un compilado de la información proporcionada como resultado del presente trabajo.

3.6.1. Protocolo de mantenimiento preventivo

11	Copia de respaldo de la programación y detalle de incidencia técnicas por medio del sistema informático del equipo.												X
12	Pruebas de funcionamiento.												X

Por otro lado, el procedimiento de mantenimiento, mostrado en la tabla 11 del anexo G, detalla las instrucciones a seguir para ejecutar cada actividad, indica también los materiales, repuestos, herramientas o instrumentos requeridos, así como responsable de ejecución y el tiempo de duración aproximado.

3.6.2. *Protocolo de mantenimiento correctivo*

Como se mencionó anteriormente, el mantenimiento correctivo se da luego de haber realizado un análisis de falla e identificado los subsistemas que causan el mal funcionamiento del equipo, por lo que varía dependiendo del tipo de falla; sin embargo, de acuerdo con lo visto en los capítulos anteriores, se puede realizar un protocolo de mantenimiento general para el desarrollo de las actividades correctivas necesarias, tal como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Programa de mantenimiento correctivo

Nº	Descripción de la actividad	Instrumento	Conforme	Observaciones
1	Inspección física del equipo con sus componentes y accesorios	Ninguno	Si / No	
2	Revisión de incidencias técnicas a través del software de control del equipo.	Ninguno	Si / No	

3	Revisión de los sistemas afectados	Ninguno	Si / No	
4	Desmontaje del equipo	Kit de herramientas	Si / No	
5	Acciones correctivas para realizar según incidente reportado	Kit de herramientas	Si / No	
6	Cambio de repuesto (de requerirse)	Kit de herramientas	Si / No	
7	Limpieza y desinfección general del equipo	Detergente / Desinfectante	Si / No	
8	Prueba de funcionamiento de los sistemas afectados	Multímetro / Termómetro	Si / No	
9	Copia de respaldo de la programación y detalle de incidencia técnicas por medio del sistema informático del equipo.	Multímetro	Si / No	
10	Prueba de funcionamiento del equipo	Ninguno	Si / No	

Los procedimientos por realizar en las actividades 1, 2, 7, 8, 9 y 10 descritos en la tabla 5 son los mismos que los descritos en la tabla 11 y el procedimiento de las demás actividades varían según el incidente reportado, según lo visto en el capítulo 3.5.3.

Para fines prácticos, en la tabla 12 del anexo H se detallarán las fallas técnicas más comunes, personalmente encontradas, los procedimientos para determinar el motivo de la falla técnica y las acciones correctivas que se han realizado para lograr la operatividad del equipo.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

4.1. Justificación

El presente trabajo de suficiencia profesional describe mi experiencia y la aplicación de los conocimientos de ingeniería obtenidos a lo largo de la carrera, en el campo laboral, en particular en el mantenimiento y diagnóstico de los procesadores automáticos de tejidos y pretende brindar el criterio básico para que otros profesionales de ingeniería puedan usarlos y aplicarlos en estos equipos o incluso en otros de similares características.

Por otro lado, este trabajo también se justifica en la necesidad de contar con los equipos procesadores automáticos de tejidos en óptimas condiciones de funcionamiento para beneficio de los pacientes, patólogos y el propio hospital al contar con un área de anatomía patológica eficiente, segura y confiable, sobre todo cuando se tiene un contexto dentro del cual la pandemia hizo que gran parte de los recursos de los hospitales fueran destinados a la compra de equipamiento para hacer frente al COVID-19, lo cual hizo que otras áreas no tuvieran el respaldo económico para la compra de nuevos equipo y únicamente se tuviera el presupuesto para mantenimiento.

4.1.1. Evaluación económica

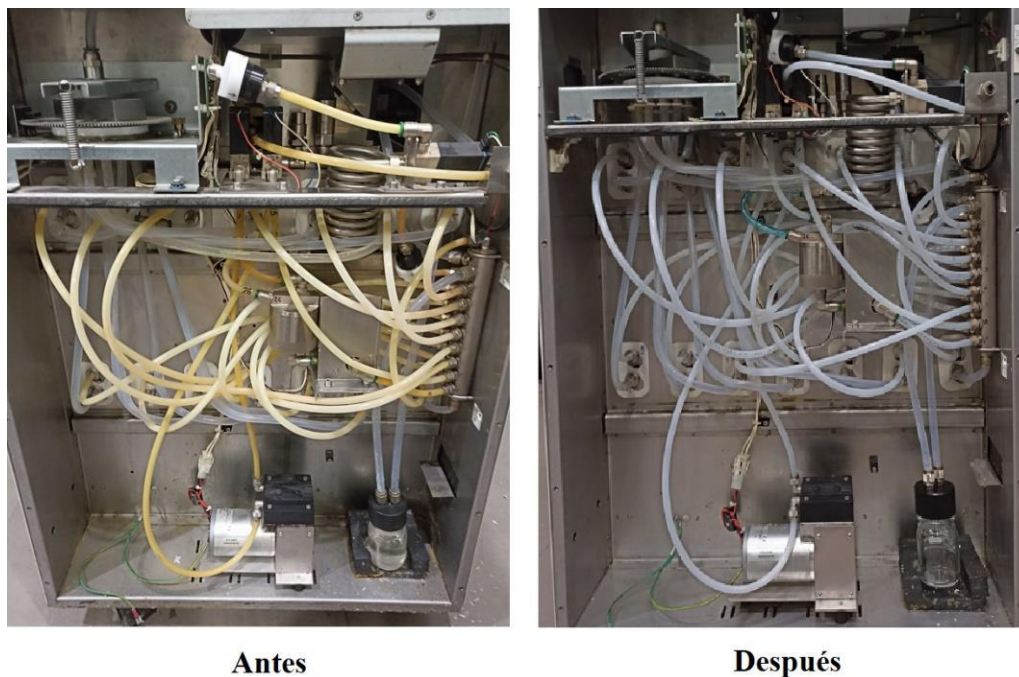
El presente trabajo contó con un beneficio económico para la empresa prestadora de servicios ya que el contexto de la pandemia frenó el avance que se venía teniendo en la venta de equipos de histología lo cual impacto a en gran medida en los ingresos de la empresa y de empresas similares del rubro, las cuales encontraron en la venta de servicios un gran salvavidas que sirvió para mantener activas sus operaciones, mientras buscaban estabilizar su flujo principal de ingresos.

En ese sentido se buscó realizar el mantenimiento de muchos equipos, dentro de los cuales destacaban los procesadores de tejidos ya que al ser el corazón el área de anatomía patológica, siempre se busca mantener su operatividad y óptimo estado.

La venta de repuestos y servicios para estos equipos que no había sido la prioridad en años anteriores cobró un papel fundamental y se obtuvieron órdenes de compra y servicio con valor entre los 5000.00 y 30000.00 dólares aproximadamente según la cantidad de repuestos y horas hombres a emplearse, lo cual ayudado a una base importante de equipos de la marca Leica colocados en las principales entidades de salud del Perú sirvieron para obtener un flujo de ingresos importantes para la empresa que anteriormente no se lograba dar en el área de servicio técnico.

4.2. Descripción de la implementación

El mantenimiento preventivo de los equipos procesadores de tejidos realizados en diversas entidades de salud públicas y privadas, bajo la metodología planteada, ha logrado satisfacer la necesidad de los laboratorios de anatomía patológica de contar con equipos eficientes, que faciliten la labor del patólogo y que les brinden la seguridad que los humos propios de los reactivos sean filtrados, absorbidos y evacuados hacia un ambiente externo al laboratorio.

**Antes****Después****Figura 17 Mantenimiento preventivo**

Fuente: Elaboración propia

Para realizar un correcto diagnóstico de falla se debe comenzar por la recopilación de información y para ello es muy importante contar con el criterio necesario para analizar los tipos de errores presentados.

01/09/22	10:38:27	657	la presión negativa es insuficiente. No se ha podido generar el vacío necesario en el tiempo previsto y el llenado de la retorta ha fracasado.
01/09/22	11:22:21	657	El ASP300S no ha podido realizar el llenado de la retorta porque la presión negativa es insuficiente. No se ha podido generar el vacío necesario en el tiempo previsto y el llenado de la retorta ha fracasado.
01/09/22	12:53:56	997	Se ha iniciado el programa de lavado 2 "Lavado estándar".
01/09/22	12:53:56	1033	El paso del programa de lavado 1 reiniciado (%3, %4, %5 ciclos %6%bTemplambiente! 65)
01/09/22	13:43:08	657	El ASP300S no ha podido realizar el llenado de la retorta porque la presión negativa es insuficiente. No se ha podido generar el vacío necesario en el tiempo previsto y el llenado de la retorta ha fracasado.
01/09/22	13:43:13	9551	Se ha detectado una cantidad insuficiente de reactivo en la estación Botella 11 para el llenado de la retorta. Se ha solicitado al operador que solucione el problema.
01/09/22	14:04:57	1011	El programa se ha detenido.
01/09/22	14:05:01	1003	Se ha interrumpido la ejecución del programa.
01/09/22	14:05:03	997	Se ha iniciado el programa de lavado 1 "Lavado rápido".

Figura 18 Diagnóstico de falla

Fuente: Elaboración propia

Para los casos de mayor complejidad, se requirió realizar el mantenimiento correctivo en el taller especializado dentro de las instalaciones de la empresa, por lo que se realizaron traslados los cuales fueron supervisados por personal especializado.



Figura 19 Mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia

Desde el lado de los clientes, la disponibilidad de los equipos es importante, por lo que los profesionales electrónicos o biomédicos de las entidades de salud deben de contar con el criterio adecuado para poder exigir el cumplimiento de actividades y frecuencia

de los mantenimientos al proveedor de los equipos, para ello es necesario que conozcan el protocolo de mantenimiento adecuado.

Las diferentes marcas y modelos presentan características propias de cada diseño; sin embargo, mientras se cuente con el conocimiento del principio de funcionamiento detrás del equipo, es posible lograr identificar fallas comunes en los equipos y poder prevenir su ocurrencia.

Finalmente, se resalta que el presente documento no pretende ser un manual o una guía para la ejecución del mantenimiento de los procesadores automáticos de tejidos, sino que busca orientar a ingenieros especializados en equipamiento médico para que puedan desarrollar un criterio básico sobre la identificación de fallas y que conozcan las actividades que pueden realizarse durante el mantenimiento; sin embargo, es recomendable siempre contar con el soporte del especialista de cada marca de equipo.

4.3. Conclusiones

Luego de todo lo analizado en este informe, se puede concluir lo siguiente:

- El mantenimiento integral de los procesadores de tejidos permite al personal médico contar con los equipos disponibles para su uso en el momento requerido y así evitar pérdidas de tiempo, que pueden derivar en pérdidas humanas y en pérdidas económicas para las entidades de salud, ya sean públicas o privadas, así como en pérdida de prestigio para el sector de salud en general.
- Contar con un programa y procedimiento de mantenimiento preventivo permite ejecutar las actividades de manera oportuna y ordenada, con lo cual se logra contar con equipos en óptimas condiciones de funcionamiento.
- Es importante realizar un correcto diagnóstico de falla, para identificar todos los repuestos y actividades correctivas necesarias para lograr contar con un equipo completamente operativo.
- Como parte de un buen diagnóstico o mantenimiento, se debe identificar repuestos que deban ser cambiados para así prevenir posibles fallos a futuro.

CAPITULO V: RECOMENDACIONES

El presente informe abarcó la aplicación de la metodología de mantenimiento para los equipos procesadores automáticos de tejidos cerrados, los cuales son equipos de mayor tecnología y seguridad que sus antecesores, los procesadores de tejidos abiertos.

Desafortunadamente, en la actualidad, la gran mayoría de hospitales todavía cuentan con procesadores de tipo abierto o carrusel. En algunos casos se usan como respaldo ante un posible fallo del equipo principal; sin embargo, la mayor parte de los hospitales aún siguen usando estos equipos antiguos como su principal elemento dentro del laboratorio de anatomía patológica, sobre todo en provincia donde el presupuesto para la compra de equipos nuevos no se logra ejecutar de manera eficiente. Por lo tanto, como recomendación se sugiere aplicar una metodología similar a la del presente trabajo para los procesadores de tejidos abiertos y elaborar un plan de diagnóstico de la base de equipos instalados a nivel nacional, donde se podrá identificar el estado actual de dichos equipos y se podrá recomendar un mantenimiento adecuado o repuestos según sea necesario.

Esto tendría un enorme beneficio para los pacientes que contarán con un diagnóstico más rápido y de confianza, también facilitará la labor de los patólogos y tecnólogos médicos al contar con equipos en buenas condiciones de funcionamiento, así como para la misma dirección del área de patología ya que podrán contar con reportes de mantenimiento que detallen el funcionamiento de sus equipos y los casos donde los equipos presenten deficiencias graves, esta documentación les servirá de sustento ante la dirección del hospital para la compra de nuevos equipos.

Así mismo, la empresa prestadora de estos servicios se beneficia con la obtención de nuevas órdenes de servicio para los mantenimientos o con oportunidades de venta de nuevos equipos.

Por otro lado, también se sugiere aplicar esta metodología para el resto de los equipos usados dentro del área de anatomía patológica, tales como: centros de inclusión de parafina, micrótomos, coloreadores y microscopios, los cuales son equipos de completan la cadena de diagnóstico de las muestras y cuyo beneficio social, funcional y económico sería similar al de los equipos abarcados en el presente informe.

Finalmente, este trabajo busca sentar las bases para que otros profesionales de ingeniería electrónica o biomédica puedan usar la metodología y los procedimientos descritos, y se recomienda que los apliquen en equipos similares de otras marcas, teniendo en cuenta las diferencias propias en el diseño de cada fabricante.

CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA

- Comité Europeo de Normalización (2018). UNE-EN 13306 Mantenimiento. Terminología del Mantenimiento.
- Fluke. Cómo obtener excelentes resultados con un termómetro infrarrojo. [https://www.fluke.com/es-sv/informacion/blog/temperatura/como-obtener-excelentes-resultados-con-un-termometro-infrarrojo#:~:text=Los%20term%C3%B3metros%20infrarrojos%20\(IR\)%20l e,en%20las%20plantas%20de%20producci%C3%B3n.](https://www.fluke.com/es-sv/informacion/blog/temperatura/como-obtener-excelentes-resultados-con-un-termometro-infrarrojo#:~:text=Los%20term%C3%B3metros%20infrarrojos%20(IR)%20l e,en%20las%20plantas%20de%20producci%C3%B3n.)
- Fluke. ¿Qué es un multímetro digital?. <https://www.fluke.com/es-pe/informacion/blog/electrica/que-es-un-multimetro-digital>
- Fluke. Termómetro IR Fluke 62 MAX+. Fluke. <https://www.fluke.com/es-sv/producto/medicion-de-temperatura/termometros-infrarrojos/fluke-62-max-plus>
- Fluke. Multímetro digital Fluke 179 de valor eficaz verdadero. Fluke. <https://www.fluke.com/es-sv/producto/comprobacion-electrica/multimetros-digitales/fluke-179>
- García Palencia O. (2006). El mantenimiento general. [Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia].
- Gómez de Ferraris M., & Campos Muñoz A. (2009). Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 3ª edición. Panamericana.
- Leica (2021). Instructions for use. Leica ASP300S – Advanced Smart Processor Vacuum Tissue Processor. Revisión N.
- Leica (2021). Instructions for use. Leica ASP6025S – Advanced Smart Processor Vacuum tissue processor. Revisión U.
- Leica (2022). HistoCore Pearl. Tissue Processor. Instructions for use. Revisión G.

- Lowe J., Anderson P., & Anderson S. (2020). Stevens y Lowe. Histología Humana, 5ª edición. Elsevier.
- Organización Mundial de la Salud (2005). Manual de bioseguridad en el laboratorio. 3ª edición. OMS.
- Ross, M., & Pawlina, W. (2008). Histología. Texto y Atlas color con biología celular y molecular. 5ª edición. Panamericana.

CAPITULO VII: ANEXOS

ANEXO A: Tipos de procesadores automáticos de tejidos

En la actualidad se cuenta con 2 tipos de diseño para los procesadores, los cuales son de tipo abierto y cerrado.

Tipo abierto: Este diseño, mostrado en la figura 20, consiste en un carrusel enganchado a una canastilla donde se colocarán las muestras, este carrusel ira girando y se irá depositando, por el tiempo que haya sido programado, en cada uno de los depósitos de reactivos siguiendo la secuencia de pasos lógica explicada anteriormente.



Figura 20 Procesador automático abierto

Fuente: Leica, 2020

Este tipo de procesador es de una generación anterior y aunque cuenta con versiones que usan ventanas acrílicas para evitar que los humos de los contenedores de reactivos se escapen al exterior, como se puede ver, no es del todo eficiente en cuando a bioseguridad; sin embargo, al ser más antiguos, aún se encuentran presentes a muchos de los hospitales a nivel nacional.

Tipo cerrado: En este diseño, a diferencia del anterior, las muestras no se desplazarán a cada depósito de reactivo, sino que se mantendrán dentro de una cámara, llamada retorta, la cual se irán llenando y vaciando secuencialmente con reactivos mediante la presión y vacío generados por una bomba y a través de una serie de ductos de reactivo y de aire que serán dirigidos por una válvula rotatoria que permitirá el paso del reactivo correspondiente al programa ejecutado. Se puede observar un ejemplo de este tipo en la figura 21.



Figura 21 Procesador automático cerrado

Fuente: Leica, 2020

Este tipo de procesador más moderno cuenta con contenedores de reactivos cerrados, lo cual evita la contaminación accidental de los reactivos, así como el escape de gases al exterior. Por otro lado, la retorta cerrada cuenta con un sistema de extracción de humos el cual pasa a través de un filtro de carbón activado y de esa manera se evita contaminar el laboratorio.

En el presente trabajo se detallará la experiencia de las labores de mantenimiento realizadas sobre este tipo de procesadores cerrados.

ANEXO B: Principio de funcionamiento del procesador de tejidos cerrado

El principio de funcionamiento de los procesadores de tejidos cerrados se basa en el llenado y vaciado de la retorta a través de la generación de presión o vacío en su interior.

Como se logra apreciar en la figura 22, la retorta cuenta con tres tipos de sensores los cuales medirán las variables de control: presión, temperatura y nivel; estas señales son enviadas a la tarjeta principal donde el controlador realizará la activación de los actuadores correspondientes para permitir el paso de aire y reactivo.

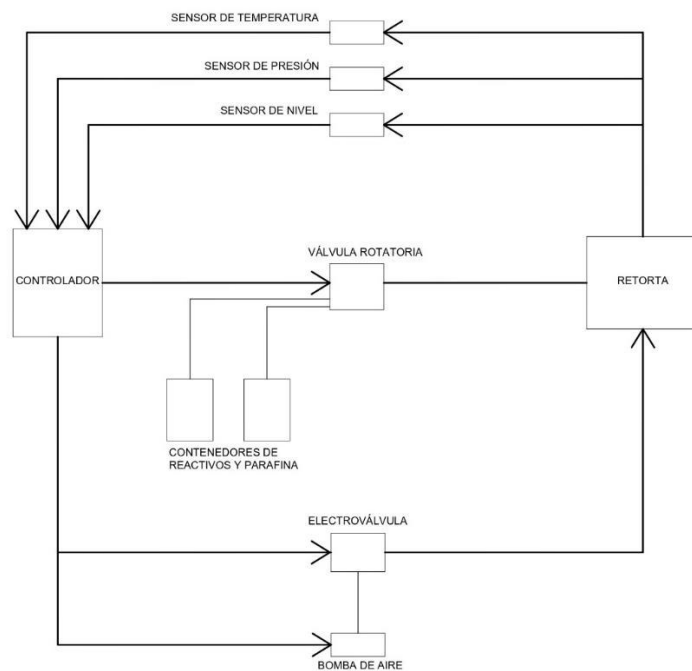


Figura 22 Diagrama de bloques de funcionamiento

Fuente: Elaboración propia

El llenado de la retorta se logra mediante la generación de vacío en su interior y permitiendo el paso del reactivo a través de la válvula rotatoria, mientras que el drenaje se realiza generando un ciclo de presión y activando el paso por la válvula rotatoria hacia el contenedor correspondiente.

En la figura 23, se podrá identificar las partes más importantes del equipo:

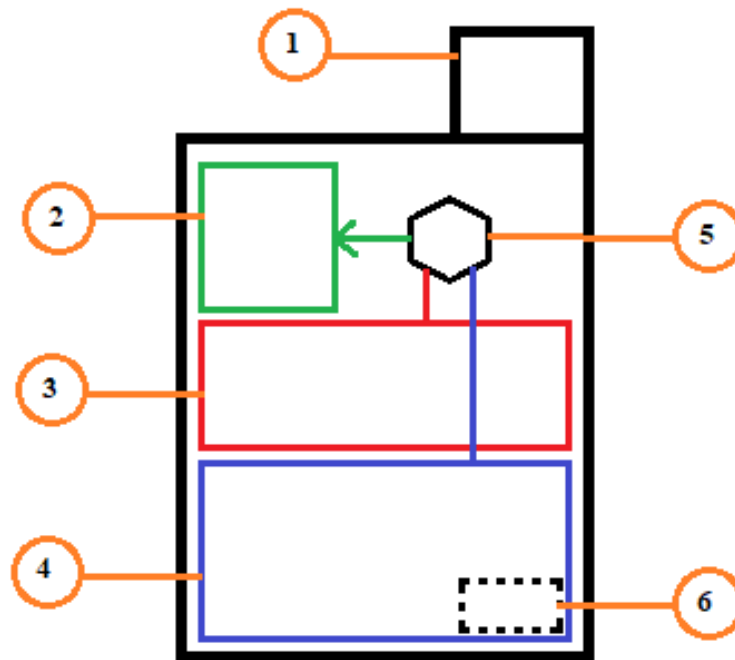


Figura 23 Diagrama de partes

Fuente: Elaboración propia

- **Pantalla o panel de control:**

Se tiene una pantalla, la cual va internamente conectada al sistema electrónico y desde donde se va a poder controlar todas las funciones del equipo.



Figura 24 Pantalla HistoCore Pearl

Fuente: Elaboración propia

- **Retorta:**

Es una cámara que cuenta con una tapa hermética y en la cual se introducirán las muestras que se deseen procesar. Internamente la retorta cuenta con dos ductos, uno de reactivo conectado en la parte inferior de la retorta para el ingreso y drenaje de reactivo y un ducto de aire, conectado a un orificio en la parte superior para la salida o ingreso de aire, mediante el cual se producirá en su interior vacío, para el llenado de reactivo o presión para el drenaje de este hacia su respectivo contenedor.



Figura 25 Retorta ASP6025S

Fuente: Elaboración propia

- **Baños de parafina:**

Son los depósitos donde se colocará la parafina y mediante un sistema de calefactores y sensores de temperatura se realiza un control para fundir y/o mantener la parafina en un estado líquido.

Cada uno de los baños cuenta con un ducto de aire, el cual va conectado hacia un manifold de aire y un ducto de líquido, el cual va conectado hacia la válvula rotaria.



Figura 26 Baños de parafina ASP6025S

Fuente: Leica, 2020

- **Zona de reactivos**

Aquí se encuentran los contenedores de reactivos para todos los pasos de fijación, lavado, deshidratación, infiltración con medio intermedio y también se encuentran los reactivos de limpieza que no forman parte del procesamiento, sino que sirven para la limpieza interna de la retorta y ductos de líquido.

Cada uno de los contenedores cuenta con un ducto de aire, el cual va conectado hacía un manifold de aire y un ducto de líquido, el cual va conectado hacia la válvula rotaria.



Figura 27 Contenedores de reactivos HistoCore Pearl

Fuente: Elaboración propia

- **Válvula rotatoria**

Este es un elemento muy importante ya que es donde se conectan todos los ductos de líquido y también será el encargado de recibir la señal de control que indicará a que ducto debe permitir el paso, esa tarea se logra mediante un optoacoplador que detectará la posición, un motor que permitirá el giro y una válvula que finalmente permitirá el paso del reactivo.



Figura 28 Válvula rotatoria HistoCore Pearl

Fuente: Elaboración propia

- **Bomba de aire:**

La bomba de aire es la encargada generar la presión o vacío dentro de la retorta, así como de suministrar aire al manifold de aire que va conectado hacia cada contenedor de reactivo y baño de parafina.



Figura 30 Sensores de nivel - ASP200S

Fuente: Elaboración propia

- **Electroválvulas**

Una vez que se ha realizado el sensado, el sistema de control del equipo generará señales de control que activarán los actuadores, siendo los principales las electroválvulas, las cuales permitirán el paso de aire o reactivos según sea el caso.



Figura 31 Válvulas de reactivo y parafina - ASP6025S

Fuente: Elaboración propia

- **Reactivos compatibles**

Los procesadores de la marca Leica cuentan, según su manual de instrucciones, son compatibles principalmente con los siguientes reactivos:

- **Fijación:** Formalina.
- **Lavado:** Agua destilada.
- **Deshidratación:** Etanol, isopropanol y metanol menor al 50%.
- **Infiltración con medio intermedio:** Xileno o sustitutos de xileno y tolueno.
- **Infiltración con parafina:** Parafina, probada para aplicaciones histológicas.
- **Reactivos de limpieza:** productos especiales para quitar parafina, xileno o sustitutos de xileno y etanol.

ANEXO C: Características técnicas de ASP200S / ASP300S

Estos procesadores son los más antiguos de la lista y actualmente se encuentran discontinuados; sin embargo, muchos de las entidades estatales a nivel nacional aún cuentan con estos equipos, es por ello, que es importante realizar su mantenimiento. Ambos modelos cuentan con 3 baños de parafina, 10 contenedores de reactivo de procesamiento, 3 contenedores de reactivo de limpieza y 1 contenedor de condensado, proveniente del manifold de aire. La retorta posee 2 sensores de nivel, uno para controlar el llenado de reactivo y otro de emergencia en caso de rebalse, también se tiene un agitador magnético para homogeneizar el reactivo por toda la muestra. Por otro lado, al ser antiguos, tienen un sistema de extracción de datos mediante disquete. La diferencia entre ambos modelos se da en que el ASP200S tiene una capacidad de procesamiento de 200 casetes por lanzamiento, mientras que el ASP300S puede procesar hasta 300 casetes, por lo que el consumo de reactivo también varía.



Figura 32 Procesador ASP300S

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Especificaciones técnicas de ASP300S

Características	Descripción
Dimensiones (L x An x Al):	68 x 59 x 132 cm (27 x 24 x 52 pulgadas)
Peso (solo el instrumento):	160 kg
Capacidad máx.: cesta metálica	300 casetes
Capacidad máxima: cesta de plástico para microondas	252 casetes
Número de baños de parafina	3, conectado directamente a la retorta
Volumen del baño de parafina	4,3 L cada uno
Tiempo medio aproximado de fusión de la parafina	10 horas
Gama de temperatura	40-65 °C

de la parafina	
Número de frascos de reactivo	10
Volumen del frasco de reactivo	4,3 L cada uno
Frascos de ciclos de limpieza	3, más 1 externo
Tensión nominal:	230 V $\pm$ 10 %
Frecuencia nominal:	50 a 60 Hz

ANEXO D: Características técnicas de ASP6025S

El procesador ASP6025 es una versión más actualizada a sus predecesores, con puertos de comunicación USB y puertos de conexión para periféricos, cuenta con 3 baños de parafina y una estación adicional para su uso en caso de emergencias, 10 contenedores de reactivo de procesamiento, 3 contenedores de reactivo de limpieza, 2 contenedores opcionales para sustancias de limpieza profunda y 1 contenedor de condensado.

La retorta cuenta con 3 sensores de nivel para el control de llenado según la cantidad de casetes y 1 sensor para el rebalse, así como un agitador magnético y cuenta con una capacidad de procesamiento de 300 casetes, por otro lado, se tiene una tapa de vidrio que permite la visualización al interior de la retorta con la tapa cerrada.



Figura 33 Procesador ASP6025S

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Especificaciones técnicas de ASP6025S

Características	Descripción
Dimensiones (L x An x Al):	680 x 750 x 1500 mm (26,77 x 29,53 x 59,05 pulgadas)
Peso (solo el instrumento):	Aprox. 210 kg
Estaciones de fundido de parafina:	1
Número de baños en parafina:	3
Capacidad de parafina:	5,0 l por baño de parafina
Temperatura de la parafina:	50 °C a 65 °C
Capacidad de casetes:	Máx. 300 casetes
Volumen de reactivo:	Máx. 4,6 l
Temperatura (procesamiento de reactivos):	Ambiente de 35 °C a 60 °C
Temperatura (reactivos de limpieza):	50 °C a 67 °C
Tiempo de llenado:	Aprox. 90 segundos
Tiempo de vaciado:	Aprox. 80 segundos
Vacío de impregnación:	-35 kPa
Presión de infiltración:	+35 kPa
Vacío de llenado:	-35 kPa a -60 kPa
Presión de drenaje:	+25 a +60 kPa
Botellas del sistema:	9

Botellas listas para usar (RTU):	6
Botella de condensado:	1
Recipientes para soluciones de limpieza:	3
Volumen de las botellas:	3,8 y 5,0 l
Estado de la contraseña:	supervisor/usuario/servicio
Tipo de contraseña:	alfanumérica, de libre elección
Sistema de gestión de los reactivos (RMS):	cambie entre RMS y la medición de la concentración
Tensión nominal:	120 V $\pm$ 10 % o 230 V $\pm$ 10 %
Frecuencia nominal:	50 a 60 Hz

ANEXO E: Características técnicas de HistoCore Pearl

Este procesador más moderno cuenta con algunos cambios en su diseño en la búsqueda de tener una versión más eficiente y económica en el mercado.

La retorta cuenta tiene capacidad para 200 casetes y cuenta con 1 sensor de nivel para el control de llenado de reactivo; sin embargo, no se cuenta con agitador magnético.

Se tiene 3 baños de parafina, 11 contenedores de reactivo de procesamiento, 2 de reactivo de limpieza y 1 de condensado.



Figura 34 Procesador HistoCore Pearl

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Especificaciones técnicas de HistoCore Pearl.

Características	Descripción
Tensiones nominales	Entre 100 y 120 V CA o entre 220 y 240 V CA
Frecuencia nominal	50/60 Hz
Potencia nominal	1650 VA
Intervalo de temperaturas de funcionamiento	+10 °C a +35 °C
Retorta	
Capacidad	200 casetes como máx.
Temperatura (parafina)	50 °C a 70 °C
Temperatura (reactivos de procesamiento)	Temperatura ambiente o 35 °C a 60 °C
Temperatura (reactivos de limpieza)	Alcohol 62 °C, xileno 67 °C
Baños de parafina	
Número de baños de parafina	3
Capacidad	Máx. 3,5 l en cada baño de parafina
Tiempo de fusión	Entre 50 °C y 64 °C, 12 horas
Gama de ajuste de temperatura	50 °C a 70 °C
Frascos	
Número de frascos de reactivo	11 (en el armario de reactivo)

Capacidad	Máx. 3,5 l en cada baño de parafina
Frasco de condensado	1
Frascos para soluciones de limpieza	2
Volumen del frasco	Máx. 3,5 l
Dimensiones y pesos	
Dimensiones, sin embalaje (An x P x Al)	600 x 710 x 1320 mm (23,62 x 27,95 x 51,96 pulgadas)
Peso, desempacutado	Máx. 140 kg
Peso con embalaje	Máx. 175 kg

ANEXO F: Instrumentos y herramientas

Para realizar un mantenimiento o diagnóstico de falla se requieren de herramientas e instrumentos de medición, los cuales dependen de los parámetros que se desean medir; en el caso de los procesadores se medirán las variables de temperatura, voltaje y resistencia. Además, es importante que estos instrumentos se encuentren calibrados para asegurar un valor confiable:

Termómetro IR: Es un instrumento que permite medir la temperatura sin necesidad de entrar en contacto directo con el objeto utilizando un haz de luz láser. (Fluke, 2017)



Figura 35 Termómetro Fluke 62 MAX+ IR

Fuente: Fluke, 2017

El termómetro Fluke 62 MAX+ IR, mostrado en la figura 35, cuenta con las características apropiadas para la medición de la temperatura de la parafina y sus especificaciones se detallan en la tabla 9.

Tabla 9. Especificaciones técnicas termómetro Fluke 62 MAX+ IR

Especificaciones técnicas	
Rango de temperatura	-30 °C a 650 °C (-22 °F a 1202 °F)
Precisión	± 1.0 °C o ± 1.0 % de lectura, el valor mayor de los dos -10 °C a 0 °C: ± 2.0 -30 °C a -10 °C: ± 3.0
Tiempo de respuesta (95 %)	< 500 ms (95 % de la lectura)

Respuesta espectral	8 a 14 micrones
Emisividad	0.10 a 1.00
Resolución óptica	12:1 (calculado al 90 % de energía)
Resolución de la pantalla	0.1 °C (0.2 °F)
Repetibilidad de lecturas	± 0.5 % de la lectura o $< \pm 0.5$ °C (1 °F), el mayor valor
Alimentación	Batería AA
Duración de la batería	8 horas con el láser y retroalimentación de pantalla activados

Multímetro digital: Es un instrumento que se utiliza para medir dos o más valores eléctricos entre los cuales tenemos principalmente la tensión, corriente y resistencia. (Fluke, 2018)

Para estos fines tenemos el multímetro Fluke 179, mostrado en la figura 36, el cual nos servirá para medir los valores de tensión alterna y continua de las tarjetas electrónicas del equipo, permitir medir los valores de resistencias de los sensores para su diagnóstico y además cuenta con la opción de medición de temperatura con lo cual podemos medir, con ayuda de una termocupla, la temperatura de los calefactores ubicados debajo de los baños de parafina y de la retorta.



Figura 36 Multímetro Fluke 179

Fuente: Fluke, 2018

Las especificaciones técnicas del multímetro Fluke 179 se detallan en la tabla 10.

Tabla 10. Especificaciones técnicas multímetro Fluke 179

Especificaciones		
Voltaje de CC	Precisión	$\pm (0.09 \% + 2)$
	Resolución máxima	0.1 mV
	Máximo	1000 V
Voltaje de CA	Precisión	$\pm (1.0 \% + 3)$
	Resolución máxima	0.1 mV
	Máximo	1000 V
Corriente CC	Precisión	$\pm (1.0 \% + 3)$

	Resolución máxima	0.01 mA
	Máximo	10 A
	Precisión	$\pm (1.5 \% + 3)$
Corriente CA	Resolución máxima	0.01 mA
	Máximo	10 A
	Precisión	$\pm (0.9 \% + 1)$
Resistencia	Resolución máxima	0.1 Ω
	Máximo	50 M Ω
	Precisión	$\pm (1.2 \% + 2)$
Capacidad	Resolución máxima	1 nF
	Máximo	10 000 μ F
	Precisión	$\pm (0.1 \% + 1)$
Frecuencia	Resolución máxima	0.01 Hz
	Máximo	100 kHz
	Precisión	$\pm (1.0 \% + 10)$
Temperatura	Resolución máxima	0.1 °C
	Rango	-40 °C a 400 °C

Herramientas: Según sea el caso de un preventivo o un correctivo, las herramientas necesarias para el desensamble del equipo varían, de igual manera dependiendo del modelo, es por ello, que se recomienda siempre contar con las siguientes herramientas básicas:

- Set de llaves Allen
- Set de desarmadores tipo estrella
- Set de desarmadores tipo plano

- Cuchilla o cutter
- Set de alicates
- Cintillos
- WD40
- Bombilla de aire
- Espátula plástica
- Torquímetro

ANEXO G: Procedimiento de mantenimiento preventivo

Tabla 11. Procedimiento de mantenimiento preventivo

Nº	Descripción Actividad	Procedimientos p/realizar cada actividad	Materiales y Repuestos	Herramientas Instrumentos	Ejecutor (Ing./Téc./Usuario)	Hora Hombre
01	Inspección física del equipo con sus componentes y accesorios.	–Revisión de sus componentes: contenedores para reactivos y parafina, pantalla de visualización, contenedores de casetes, puertas, puertos de comunicación y carcasa. –Revisión de los accesorios y cables de alimentación.	–No requerido	–No requerido	Ingeniero, técnico o usuario	05 min
02	Revisión de incidencias técnicas a través del software de control del equipo.	–Revisión de las incidencias registradas en el software de control del equipo usando la clave de administrador o de	–No requerido	–No requerido	Ingeniero	10 min.

		servicio según sea el caso.				
03	Limpieza exterior del equipo.	– Limpieza y descontaminación de la carcasa del equipo. – Limpieza de la pantalla de control del equipo.	– Paños de limpieza – Detergente – Alcohol isopropílico	– Guantes protectores – Espátula plástica – Bombilla de aire	Ingeniero, técnico o usuario	15 min.
04	Revisión y limpieza de la retorta.	– Limpieza y descontaminación del interior de la retorta. – Limpieza y descontaminación del filtro o tamiz de la retorta. – Revisión, limpieza y/o ajuste de las bisagras de la tapa. – Limpieza de los sensores de nivel. – Limpieza del ingreso de aire. – Limpieza y descontaminación de la tapa de la retorta. – Cambio del sello de la tapa.	– Paños de limpieza – Hisopos de algodón no sintético – Desinfectante líquido – Detergente – WD40 o xilol – Alcohol isopropílico – Sello de tapa de retorta	– Guantes protectores – Espátula plástica – Set de llaves Allen – Bombilla de aire	Ingeniero, técnico o usuario	15 min.
05	Verificación y limpieza de los baños de parafina.	– Verificación de la temperatura de los baños de parafina vs la temperatura programada. – Retiro de los baños de parafina para su revisión y limpieza exterior. – Limpieza de la zona de calentamiento de los baños de parafina. – Limpieza de la bandeja recolectora de parafina. – Cambio de parafina en caso se requiera. *	– Paños de limpieza – Parafina **	– Termómetro digital – Guantes protectores – Mascarilla facial – Espátula plástica	Ingeniero o técnico	20 min.

06	Revisión y limpieza de la zona de reactivos.	–Retiro de las botellas de reactivo para su revisión y limpieza. –Cambio de los sellos de las tapas de las botellas. –Cambio y lubricación de los sellos posteriores de las botellas en caso se requiera. –Limpieza de la zona de reactivos. –Limpieza de la bandeja recolectora de reactivos. –Cambio de reactivos en caso se requiera. *	–Paños de limpieza –Detergente –WD40 –Desinfectante líquido –Grasa lubricante Molykote –Kit de mantenimiento de botellas –Reactivos **	–Guantes protectores –Mascarilla facial –Espátula plástica	Ingeniero o técnico	25 min.
07	Verificación del filtro de carbón activo.	–Verificación de fecha del filtro en el software de control. –Apagado del equipo. –Cambio de filtro de carbón activo.	–Filtro de carbón activo.	–Guantes protectores –Mascarilla facial	Ingeniero o técnico	5 min.
08	Revisión y limpieza del sistema mecánico y de aire.	–Retiro de la tapa posterior del equipo. –Revisión del estado de la válvula rotatoria, electroválvulas, manifold y filtros de aire. –Revisión y limpieza de los conectores y ductos de aire. (cambio en caso se requiera)	–Paños de limpieza –Tubería de aire –Conectores de aire	–Set de llaves Allen –Brocha delgada –Bombilla de aire	Ingeniero o técnico	20 min.
09	Revisión y limpieza del sistema eléctrico y electrónico.	–Revisión del estado de la bomba de aire. –Cambio del diafragma de bomba en caso se	–Paños de limpieza –Kit de mantenimiento de bomba	–Brocha delgada –Bombilla de aire –Multímetro digital	Ingeniero o técnico	20 min.

		requiera según la antigüedad del equipo. * –Revisión y limpieza de las tarjetas electrónicas. –Revisión del estado de los fusibles.				
10	Prueba de seguridad eléctrica.	–Verificación de las conexiones de los puntos a tierra y medición de la resistencia entre línea de alimentación y Chasis-Tierra. –Medición del aislamiento eléctrico. –Medición de los valores de voltaje: Línea – Neutro, Línea – Tierra y Neutro – Tierra.	–No requerido	–Multímetro digital	Ingeniero o técnico	10 min.
11	Copia de respaldo de la programación y detalle de incidencia técnicas por medio del sistema informático del equipo.	–Encendido del equipo. –Guardado de cambios realizados en el software de control. –Se hace una copia de seguridad de la información relevante del equipo, en la unidad de almacenamiento que viene incluida en el mismo.	–No requerido	–No requerido	Ingeniero o técnico	05 min.
12	Pruebas de funcionamiento.	–Prueba de giro de válvula rotatoria. –Prueba de presión y vacío. –Se corre programa de prueba para verificar el funcionamiento	–No requerido	–No requerido	Ingeniero	60 min.

		integral del equipo.				
--	--	----------------------	--	--	--	--

* Procedimiento a realizar solo en caso se requiera.

** Suministro por parte del cliente.

ANEXO H: Procedimiento de mantenimiento correctivo

Tabla 12. Procedimiento de mantenimiento correctivo

N°	Incidente reportado	Instrumento / Herramienta	Procedimiento	
			Diagnóstico de falla	Procedimiento correctivo por realizar
1	Equipo no enciende / no muestra pantalla	Multímetro	Falla de alimentación eléctrica	
			1 Revisión del estado del tomacorriente de alimentación	1 Notificar al cliente sobre el desperfecto en el tomacorriente o estabilizador
			2 Revisión del estado del estabilizador	2 Notificar al cliente sobre fallo en la red eléctrica de alimentación
			3 Verificar la correcta alimentación del equipo	3 Notificar al cliente sobre el mal dimensionamiento de la red eléctrica
			4 Revisión del cable de alimentación	4 Reemplazo de cable de poder
			Falla de batería	
			1 Revisión del estado de la batería	1 Reemplazo de la batería
			Falla de fusible	
			1 Revisión del estado del fusible	1 Reemplazo de fusible
			Falla en tarjetas electrónicas	
			1 Revisión de la tarjeta de poder	1 Desmontaje del equipo
			2 Revisión de la tarjeta electrónica principal	2 Reemplazo de tarjeta de poder

			3 Revisión de la E-box	3 Reemplazo de tarjeta electrónica principal 4 Reemplazo de la E-box
2	Equipo no corre programa	Clave de servicio	Falla de reactivo	
			1 Verificar el correcto nivel de reactivo en los contenedores 2 Verificar la saturación de los reactivos 3 Verificar la configuración de los reactivos y programas	1 Completar reactivos al nivel adecuado 2 Cambio de reactivos 3 Cambio en la configuración y programación desde el software del equipo
			Equipo bloqueado	
			1 Equipo bloqueado por corte en el suministro eléctrico	1 Desbloqueo con llave de servicio
			Falla en subsistemas	
			1 Falla de presión 2 Falla de temperatura 3 Falla de nivel 4 Falla eléctrica / electrónica	1 Revisar numeral 3 2 Revisar numeral 4 3 Revisar numeral 5 4 Revisar numeral 6
3	Falla de presión en el equipo	Multímetro / Herramientas	Falla por alta presión	
			1 Revisión y limpieza de retorta 2 Revisión de estado de la parafina 3 Revisión y limpieza de ductos de aire 4 Revisión y limpieza de filtros y conectores de aire 5 Revisión y limpieza de válvulas 6 Revisión y limpieza de bomba de aire	1 Desmontaje del equipo 2 Dilución de la parafina 3 Reemplazo de ductos de aire 4 Reemplazo de conectores o filtros de aire 5 Reemplazo de válvulas 6 Mantenimiento o reemplazo de bomba
			Falla por baja presión	
			1 Revisión, ajuste y limpieza de sello, tapa y bisagras de la retorta 2	1 Reemplazo de sello o bisagras de la retorta 2 Desmontaje del equipo

			Revisión de fugas en ductos de aire 3 Revisión de fugas en conectores de aire 4 Revisión de fugas en válvulas	3 Reemplazo de ductos de aire 4 Reemplazo de conectores de aire 5 Reemplazo de válvulas
			Falla en tarjetas electrónicas del sistema de presión	
			1 Revisión de la alimentación del sistema de presión 2 Revisión de las tarjetas electrónicas del sistema de presión	1 Desmontaje del equipo 2 Reemplazo de tarjeta de poder 3 Reemplazo de tarjetas electrónicas
4	Falla de temperatura en el equipo	Multímetro / Termómetro / Herramientas	Falla de alimentación eléctrica	
			1 Revisión del estado del tomacorriente de alimentación 2 Revisión del estado del estabilizador 3 Verificar la correcta alimentación del equipo 4 Revisión del cable de alimentación	1 Notificar al cliente sobre el desperfecto en el tomacorriente o estabilizador 2 Notificar al cliente sobre fallo en la red eléctrica de alimentación 3 Notificar al cliente sobre el mal dimensionamiento de la red eléctrica 4 Reemplazo de cable de poder
			Falla en los sensores de temperatura	
			1 Verificar estado del cableado y terminales 2 Verificar estado del sensor	1 Desmontaje del equipo 2 Reemplazo del cable del sensor 3 Reemplazo del sensor de temperatura
			Falla en los calefactores	
			1 Verificar estado del cableado y terminales 2 Verificar estado del termofusible 4 Verificar estado del calefactor	1 Desmontaje del equipo 2 Reemplazo del cable del calefactor 3 Reemplazo del termofusible 3 Reemplazo del calefactor
			Falla en tarjetas electrónicas del sistema de temperatura	

			1 Revisión de la alimentación del sistema de temperatura 2 Revisión de las tarjetas electrónicas del sistema de temperatura	1 Desmontaje del equipo 2 Reemplazo de tarjeta de poder 3 Reemplazo de tarjetas electrónicas
5	Falla de nivel en el equipo	Multímetro / Herramientas	Falla en sensor de nivel	
			1 Verificar estado del cableado y terminales 2 Verificar estado del sensor	1 Desmontaje del equipo 2 Reemplazo del cable del sensor 3 Reemplazo del sensor de nivel
			Falla en tarjetas electrónicas del sensor de nivel	
			1 Revisión de la alimentación del sensor de nivel 2 Revisión de las tarjetas electrónicas del sensor de nivel	1 Desmontaje del equipo 2 Reemplazo de tarjeta de poder 3 Reemplazo de tarjetas electrónicas
6	Falla del sistema eléctrico / electrónico del equipo	Multímetro / Herramientas	Falla de alimentación eléctrica	
			1 Revisión del estado del tomacorriente de alimentación 2 Revisión del estado del estabilizador 3 Verificar la correcta alimentación del equipo 4 Revisión del cable de alimentación	1 Notificar al cliente sobre el desperfecto en el tomacorriente o estabilizador 2 Notificar al cliente sobre fallo en la red eléctrica de alimentación 3 Notificar al cliente sobre el mal dimensionamiento de la red eléctrica 4 Reemplazo de cable de poder
			Falla de batería	
			1 Revisión del estado de la batería	1 Reemplazo de la batería
			Falla de fusible	
			1 Revisión del estado del fusible	1 Reemplazo de fusible
			Falla en tarjetas electrónicas	
			1 Revisión de la tarjeta de poder 2 Revisión de tarjetas secundarias	1 Desmontaje del equipo 2 Reemplazo de tarjeta de poder

		3 Revisión de la tarjeta electrónica principal	2 Reemplazo de tarjetas secundarias
		4 Revisión de la E-box	3 Reemplazo de tarjeta electrónica principal
			4 Reemplazo de la E-box