



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**PRODYLAB**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:**

**INGENIERO EN BIOMÉDICA**

**PRESENTADO POR:**

**21941011 KRISTEL NICOLE CARRANZA ALTAMIRANO**

**ASESOR METODOLÓGICO: ALEJANDRO ZAVALA**

**SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.**

**JUNIO, 2024**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente informe detalla la experiencia de práctica profesional realizada en Prodylab, una empresa con más de 24 años de experiencia en la venta y distribución de productos de diagnóstico, especializándose en la distribución, mantenimiento y alquiler de equipos de laboratorio clínico. Durante un periodo de 10 semanas, se desempeñó el rol de ingeniero biomédico, enfocándose en el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos en clínicas, hospitales y laboratorios. Los objetivos de la práctica incluyeron el desarrollo y mejora de la gestión de la tecnología médica en Prodylab, fortaleciendo las actividades de ingeniería clínica, programando inspecciones regulares y evaluando tecnologías emergentes para mejorar la eficiencia operativa. Se destacó la importancia de la calidad de los productos, la eficiencia en los servicios de mantenimiento y la atención personalizada a clientes como diferenciadores clave de Prodylab en el mercado. Se concluyó que la práctica en Prodylab ha sido fundamental para adquirir conocimientos prácticos y habilidades en ingeniería biomédica, contribuyendo a la eficiencia y calidad de los servicios de salud ofrecidos. Se recomienda a Prodylab implementar un sistema de gestión de mantenimiento, explorar equipamiento biomédico actual, fortalecer alianzas estratégicas y brindar capacitación continua al personal para seguir mejorando y creciendo en el sector de la salud en San Pedro Sula.

**Palabras clave:** *ingeniería clínica, hematología, inmunología, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>II.</b>	<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....</b>	<b>17</b>
2.1.1.	HISTORIA .....	18
2.1.2.	MISIÓN .....	18
2.1.3.	VISIÓN.....	19
2.1.4.	VALORES .....	19
<b>2.2.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.</b>	<b>OBJETIVOS DEL PUESTO .....</b>	<b>20</b>
2.3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	20
2.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
<b>III.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.</b>	<b>ANÁLISIS DEL SECTOR .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN LABORATORIO CLÍNICO .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.</b>	<b>CATEGORÍAS IMPORTANTES EN EL LABORATORIO CLÍNICO .....</b>	<b>24</b>
3.3.1.	HEMATOLOGÍA.....	24
3.3.2.	INMUNOLOGÍA.....	25
3.3.3.	QUÍMICA.....	26
3.3.4.	BACTERIOLOGÍA .....	26
<b>3.4.</b>	<b>EQUIPOS DE PRODYLAB DE LABORATORIO CLÍNICO.....</b>	<b>27</b>
3.4.1.	ABBOTT ARCHITECT PLUS I1000SR.....	27
3.4.2.	ABBOTT CELL-DYN RUBY .....	27

3.4.3.	ABBOTT ALINITY HQ .....	28
3.4.4.	A15 .....	28
3.4.5.	VITEK BIOMERIEUX.....	29
3.4.6.	ABBOTT ARCHITECT C4000.....	29
<b>IV.</b>	<b>DESARROLLO .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1.</b>	<b>SEMANA 1: ABRIL 15 - 19 .....</b>	<b>31</b>
5.1.1.	OBJETIVOS .....	31
5.1.2.	INTRODUCCIÓN.....	31
4.1.2.	DESARROLLO .....	31
4.1.3.	ANEXOS .....	37
<b>4.2.</b>	<b>SEMANA 2: ABRIL 22 - 26 .....</b>	<b>40</b>
4.2.1.	OBJETIVOS .....	40
4.2.2.	INTRODUCCIÓN.....	40
4.2.3.	DESARROLLO .....	40
4.2.4.	ANEXOS .....	46
<b>4.3.</b>	<b>SEMANA 3: ABRIL 29 – MAYO 03 .....</b>	<b>49</b>
4.3.1.	OBJETIVOS .....	49
4.3.2.	INTRODUCCIÓN.....	49
4.3.3.	DESARROLLO .....	50
4.3.4.	ANEXOS .....	55
<b>4.4.</b>	<b>SEMANA 4: MAYO 06 – 10 .....</b>	<b>62</b>
4.4.1.	OBJETIVOS .....	62
4.4.2.	INTRODUCCIÓN.....	62

4.4.3.	DESARROLLO .....	62
4.4.4.	ANEXOS .....	64
<b>4.5.</b>	<b>SEMANA 5: MAYO 13 – 17 .....</b>	<b>71</b>
4.5.1.	OBJETIVOS .....	71
4.5.2.	INTRODUCCIÓN.....	71
4.5.3.	DESARROLLO.....	71
4.5.4.	ANEXOS .....	78
<b>4.6.</b>	<b>SEMANA 6: MAYO 20 – 24 .....</b>	<b>80</b>
4.6.1.	OBJETIVOS .....	80
4.6.2.	INTRODUCCIÓN.....	80
4.6.3.	DESARROLLO.....	80
4.6.4.	ANEXOS .....	86
<b>4.7.</b>	<b>SEMANA 7: MAYO 27 – 31 .....</b>	<b>88</b>
4.7.1.	OBJETIVOS .....	88
4.7.2.	INTRODUCCIÓN.....	88
4.7.3.	DESARROLLO.....	88
4.7.4.	ANEXOS .....	94
<b>4.8.</b>	<b>SEMANA 8: JUNIO 03 – 07 .....</b>	<b>95</b>
4.8.1.	OBJETIVOS .....	95
4.8.2.	INTRODUCCIÓN.....	95
4.8.3.	DESARROLLO.....	95
4.8.4.	ANEXOS .....	100
<b>4.9.</b>	<b>SEMANA 9: JUNIO 10 – 14 .....</b>	<b>102</b>

4.9.1.	OBJETIVOS .....	102
4.9.2.	INTRODUCCIÓN.....	102
4.9.3.	DESARROLLO.....	102
<b>4.10.</b>	<b>SEMANA 10: JUNIO 17 – 21.....</b>	<b>106</b>
4.10.1.	OBJETIVOS .....	106
4.10.2.	INTRODUCCIÓN.....	106
4.10.3.	DESARROLLO.....	106
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>112</b>
<b>5.1.</b>	<b>CONCLUSIÓN GENERAL .....</b>	<b>112</b>
<b>5.2.</b>	<b>CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....</b>	<b>112</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>113</b>
<b>6.1.</b>	<b>RECOMENDACIONES PARA LA EMPRESA:.....</b>	<b>113</b>
<b>6.2.</b>	<b>RECOMENDACIONES PARA LA UNIVERSIDAD: .....</b>	<b>113</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>115</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>119</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1. Logo de Prodylab.....</b>	<b>18</b>
<b>Ilustración 2. Organigrama Departamento de Mantenimiento Prodylab.....</b>	<b>20</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1. Cambio de bomba de jeringa – Architect Plus.....</b>	<b>37</b>
<b>Anexo 2. Inspección Cell – Dyn Ruby Taller .....</b>	<b>37</b>
<b>Anexo 3. Cambio de las tres tarjetas del Architect Plus.....</b>	<b>38</b>
<b>Anexo 4. Autoclave con resistencias quemadas - Inspección circuito.....</b>	<b>38</b>
<b>Anexo 5. Limpieza de la flow cell de Cell-Dyn Ruby con cloro .....</b>	<b>39</b>
<b>Anexo 6. Limpieza de sonda .....</b>	<b>39</b>
<b>Anexo 7. A15 de Clínica Semev Tela .....</b>	<b>46</b>
<b>Anexo 8. Tarjeta de alimentación y tarjeta de CPU – A15 Tela .....</b>	<b>46</b>
<b>Anexo 9. Manguera de bomba peristáltica de Cell - Dyn Ruby .....</b>	<b>47</b>
<b>Anexo 10. Cambio de la manguera peristáltica – Hospital Bendaña.....</b>	<b>47</b>
<b>Anexo 11. Error en el etiquetado de las muestras en el Cell Dyn Ruby.....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo 12. Goteo en la manguera del manifold de desechos - Architect c4000 .....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo 13. Excel de cronograma elaborado.....</b>	<b>49</b>
<b>Anexo 14. Partes seleccionadas a retirar para equipo A15.....</b>	<b>55</b>
<b>Anexo 15. Conexiones de motor de pistón a A15 .....</b>	<b>56</b>
<b>Anexo 16. Limpieza de tarjeta CPU .....</b>	<b>56</b>
<b>Anexo 17. Cambio de filtro en motor de 15.....</b>	<b>57</b>
<b>Anexo 18. Tarjeta de sonda A15 (reemplazo) .....</b>	<b>57</b>
<b>Anexo 19. Reemplazo de sonda de A15.....</b>	<b>58</b>
<b>Anexo 20. Primera prueba de reactivos en A15.....</b>	<b>58</b>
<b>Anexo 21. Cambio de manguera peristáltica en Ruby de Laboratorio Bueso Arias.....</b>	<b>59</b>
<b>Anexo 22. Cambio de sistema neumático en Ruby (LBA) .....</b>	<b>59</b>
<b>Anexo 23. Cambio de válvula 67 en Ruby (LBA).....</b>	<b>60</b>

<b>Anexo 24. Segunda prueba de reactivos (calcio, triglicéridos y glucosa) A15 .....</b>	<b>60</b>
<b>Anexo 25. Reensamblaje de equipo A15 .....</b>	<b>61</b>
<b>Anexo 26. Norma equipo hematología.....</b>	<b>64</b>
<b>Anexo 27. Almacén Las Acacias .....</b>	<b>64</b>
<b>Anexo 28. Mantenimiento Preventivo BA400.....</b>	<b>65</b>
<b>Anexo 29. Mantenimiento Preventivo i1000 SR – Bendaña .....</b>	<b>65</b>
<b>Anexo 30. Mantenimiento Preventivo i1000 SR – Cemesa.....</b>	<b>65</b>
<b>Anexo 31. Bomba Architect C4000.....</b>	<b>78</b>
<b>Anexo 32. Cell Dyn Emerald.....</b>	<b>78</b>
<b>Anexo 33. Reactivos Equipo Emerald.....</b>	<b>79</b>
<b>Anexo 34. Alinity Laboratorio Bueso Arias.....</b>	<b>79</b>
<b>Anexo 35. Manguera de desechos equipo F880 Maccura.....</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 36. Corrosión equipo i1000SR Hospital Bendaña .....</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 37. Toma de muestras de capacitación Maccura .....</b>	<b>87</b>
<b>Anexo 38. Instalación de dos Architech i1000SR Laboratorio Bueso Arias .....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo 39. Ganancias en Cell - Dyn Ruby Hospital del Valle.....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo 40. Verificación de lubricación de válvulas en Alinity Hq LBA.....</b>	<b>100</b>
<b>Anexo 41. Mantenimiento preventivo en Vitek.....</b>	<b>100</b>
<b>Anexo 42. Muestras de pacientes de HDV.....</b>	<b>101</b>
<b>Anexo 43. Carta de Operación del Analizador de Hematología F880 de Maccura .....</b>	<b>119</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Indicadores de Semana 1 .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 2. Bitácora de actividades Semana 1 .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 3. Indicadores de Semana 2 .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 4. Bitácora de Actividades Semana 2 .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 5. Indicadores de Semana 3 .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 6. Bitácora de actividades Semana 3 .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 7. Indicadores de Semana 4 .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 8. Bitácora de actividades Semana 4 .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 9. Indicadores de Semana 5 .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 10. Bitácora de actividades Semana 5 .....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 11. Indicadores de Semana 6 .....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 12. Bitácora de actividades Semana 6 .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 13. Indicadores de Semana 7 .....</b>	<b>89</b>
<b>Tabla 14. Bitácora de actividades Semana 7 .....</b>	<b>90</b>
<b>Tabla 15. Indicadores de Semana 8 .....</b>	<b>96</b>
<b>Tabla 16. Bitácora de actividades Semana 8 .....</b>	<b>97</b>
<b>Tabla 17. Indicadores de Semana 9 .....</b>	<b>103</b>
<b>Tabla 18. Bitácora de actividades Semana 9 .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 19. Indicadores de Semana 9 .....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla 20. Bitácora de actividades Semana 10 .....</b>	<b>109</b>

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación #1. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 1 .....</b>	<b>32</b>
<b>Ecuación #2. Ecuación porcentaje de mantenimientos correctivos en la semana 1.....</b>	<b>33</b>
<b>Ecuación #3. Ecuación porcentaje de actividades en la semana 2 .....</b>	<b>41</b>
<b>Ecuación #4. Ecuación porcentaje de actividades en la semana 2 .....</b>	<b>51</b>
<b>Ecuación #5. Ecuación porcentaje de visitas en la semana 4 .....</b>	<b>63</b>
<b>Ecuación #6. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 4 .....</b>	<b>63</b>
<b>Ecuación #7. Ecuación porcentaje de actividades como visita en la semana 5.....</b>	<b>72</b>
<b>Ecuación #8. Ecuación porcentaje de actividades en resolución de problemas en la semana 5 .....</b>	<b>72</b>
<b>Ecuación #9. Ecuación porcentaje de actividades realizadas en la semana 7 .....</b>	<b>89</b>
<b>Ecuación #9. Ecuación porcentaje de actividades en conversatorios en la semana 9 .....</b>	<b>96</b>
<b>Ecuación #10. Ecuación porcentaje de actividades en actualización de softwares en la semana 9 .....</b>	<b>96</b>
<b>Ecuación #11. Ecuación porcentaje de actividades en visitas en la semana 9 .....</b>	<b>96</b>
<b>Ecuación #12. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 9 .....</b>	<b>103</b>
<b>Ecuación #13. Ecuación porcentaje de mantenimientos correctivos en la semana 9.....</b>	<b>103</b>
<b>Ecuación #14. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 9 .....</b>	<b>103</b>
<b>Ecuación #15. Ecuación porcentaje de actualizaciones en la semana 10 .....</b>	<b>108</b>
<b>Ecuación #16. Ecuación porcentaje de mantenimientos correctivos en la semana 10 .....</b>	<b>108</b>
<b>Ecuación #17. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 9 .....</b>	<b>108</b>
<b>Ecuación #18. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 9 .....</b>	<b>108</b>

## LISTA DE SIGLAS

<b>PRODYLAB</b>	Productos de Diagnóstico y Laboratorio
<b>CDC</b>	Centro de Diagnóstico Clínico
<b>IV</b>	Intravenoso
<b>PCR</b>	Reacción en Cadena de la Polimerasa
<b>HIV</b>	Virus de Inmunodeficiencia Humana
<b>EMR</b>	Registro Médico Electrónico
<b>FDA</b>	Administración de Alimentos y Medicamentos
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización
<b>HIPAA</b>	Ley de Portabilidad y Responsabilidad del Seguro Médico
<b>PPE</b>	Equipo de Protección Personal
<b>SOP</b>	Procedimiento Operativo Estándar
<b>QA</b>	Aseguramiento de la Calidad
<b>QC</b>	Control de Calidad
<b>IT</b>	Tecnología de la Información
<b>CMMS</b>	Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado

## **GLOSARIO**

Dispositivo Medico	Son todos aquellos dispositivos que están destinados al diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades y condiciones médicas.
Mantenimiento preventivo	Revisión periódica que se le realiza a los dispositivos médicos para reducir la probabilidad de que fallen.
Mantenimiento correctivo	Es el proceso de reparación o corrección de una falla cuando un dispositivo deja de funcionar o está en mal estado.
Calibración	Proceso de ajuste y verificación de la precisión de un instrumento de medición.
Desinfección	Procedimiento para eliminar microorganismos patógenos en superficies.
Inmunología	Rama de la biología que estudia el sistema inmunológico y las respuestas del cuerpo a agentes patógenos.
Renovación	Proceso de actualizar o mejorar un equipo o sistema para mantener su eficiencia.
Validación	Confirmación mediante pruebas que un proceso o sistema cumple con los requisitos establecidos.
Verificación	Confirmación mediante evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El presente informe detallará la experiencia de práctica profesional realizada en las instalaciones de PRODYLAB, una empresa especializada en la distribución, mantenimiento y alquiler de equipos de laboratorio clínico, además de la venta de insumos relacionados. Durante este periodo, la persona desempeñó el rol de ingeniero biomédico en un entorno enfocado en el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de laboratorio clínico.

Durante las 10 semanas de práctica, se exploraron diversos aspectos relacionados con la gestión hospitalaria y el soporte técnico en clínicas, hospitales y laboratorios que requieren los servicios de PRODYLAB. El enfoque se centró en implementar procesos para asegurar el óptimo funcionamiento de los equipos biomédicos, así como en la resolución de problemas técnicos para garantizar la continuidad operativa de las instituciones de salud.

En este informe se analizarán los aprendizajes obtenidos y los logros alcanzados durante este periodo, evaluando su impacto en la experiencia laboral y reflexionando sobre cómo estos elementos contribuirán al desarrollo profesional en el campo de la ingeniería biomédica.

## **II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

El siguiente apartado del informe detalla de forma resumida información en relación con la empresa donde se realizó la Práctica Profesional, de manera que se den a conocer los diferentes aspectos importantes como ser la misión y visión de PRODYLAB.

### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Con más de 24 años de experiencia, esta empresa se especializa en la venta y distribución de productos de diagnóstico, ofreciendo una amplia variedad de servicios y suministros para satisfacer todas las necesidades de equipamiento en laboratorios. Todos sus productos cuentan con respaldo técnico y asesoramiento profesional. Representan a las principales marcas internacionales en áreas como diagnóstico clínico, industrial e investigación, agricultura y forense, bancos de sangre, biología molecular, hospitalaria, y muchas más.

La empresa PRODYLAB actualmente cuenta con dos sedes, ubicadas en San Pedro Sula, en el departamento de Cortés y en Tegucigalpa, en el departamento de Francisco Morazán, con diversos departamentos que contribuyen al funcionamiento integral de la organización. El Departamento de Gerencia General se encarga de la toma de decisiones estratégicas y la supervisión general de todas las operaciones. El Departamento de Sugerencias se dedica a gestionar las ideas y recomendaciones tanto de empleados como de clientes para mejorar los servicios y productos ofrecidos. Recursos Humanos es responsable de la gestión del personal, incluyendo contratación, formación y bienestar de los empleados. El Departamento de Mercadeo se centra en la promoción y posicionamiento de la marca y sus productos en el mercado, mientras que Ventas se ocupa de la comercialización directa de los productos y servicios a los clientes. El Servicio Técnico brinda soporte especializado y mantenimiento a los equipos de laboratorio, asegurando su correcto funcionamiento. Finalmente, los departamentos de Finanzas y Contabilidad se encargan de la gestión financiera, control presupuestario y el registro contable de todas las transacciones económicas de la empresa.

La empresa cuenta aproximadamente con cincuenta empleados y está constituida como Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL), lo que significa que se trata de una forma jurídica

que limita la responsabilidad de los socios al capital aportado. En una SRL, los socios no responden con su patrimonio personal por las deudas de la empresa, lo cual brinda una protección importante en caso de problemas financieros. Esta estructura permite una gestión más flexible y sencilla en comparación con otras formas jurídicas, como las sociedades anónimas. La SRL es ideal para empresas pequeñas y medianas, ya que facilita la toma de decisiones y la gestión interna. En el caso de PRODYLAB, esta constitución jurídica le permite operar con mayor seguridad y estabilidad, enfocándose en sus diversas actividades departamentales sin comprometer el patrimonio personal de sus socios.



### **Ilustración 1. Logo de Prodylab**

Fuente: Elaboración Propia

#### 2.1.1. HISTORIA

PRODYLAB empezó sus auges como empresa familiar en 1998 y legalizó su marca en el año 2000, empezó como una empresa pequeña y ahora es uno de los distribuidores de laboratorio clínico más grandes.

#### 2.1.2. MISIÓN

“Somos una empresa que distribuye productos y equipos para el diagnóstico e investigación que presta servicios en todo el territorio hondureño; para la implementación y

ejecución de ensayos clínicos, mediante tecnologías de última generación brindando un servicio técnico con los más altos estándares de calidad para satisfacer las necesidades de nuestros clientes” (Productos de Diagnóstico y Laboratorio, 2022).

### 2.1.3. VISIÓN

“Queremos ser reconocidos como una empresa líder en la ejecución de ensayos para diagnóstico e investigación en Honduras, ofreciendo a nuestros clientes la inclusión de productos y equipos adecuados y necesarios en los tiempos esperados. Buscamos ocupar el primer lugar en calidad de la prestación de servicios a nuestros clientes” (Productos de Diagnóstico y Laboratorio, 2022).

### 2.1.4. VALORES

- Compromiso
- Responsabilidad
- Empatía
- Amabilidad
- Respeto
- Honradez

## **2.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

El Departamento de Mantenimiento desempeña un papel importante en empresas como Prodylab, donde la correcta operatividad de los equipos de laboratorio clínico es el principal enfoque para ofrecer servicios de calidad. Un ingeniero biomédico, como parte de este departamento, tiene responsabilidades al día a día que incluyen el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos. Esto implica planificar y llevar a cabo inspecciones regulares, calibraciones y reparaciones necesarias para minimizar fallas inesperadas y asegurar un funcionamiento adecuado de los equipos. Además, el ingeniero biomédico gestiona inventarios de piezas y repuestos, garantizando la disponibilidad adecuada de materiales para reparaciones rápidas y eficientes.

Otra tarea importante es la instalación y puesta en marcha de nuevos equipos, asegurando que sean instalados correctamente y funcionen según las especificaciones del fabricante. Los ingenieros biomédicos que forman parte de este departamento también brindan capacitación al personal del laboratorio sobre el uso adecuado y mantenimiento básico de los equipos, además de ofrecer soporte técnico continuo para resolver consultas y problemas operativos. El departamento de mantenimiento va meramente de la mano con el departamento de almacén a la hora de brindar los procedimientos a equipos, se necesitan insumos desde agua destilada hasta reactivos.



**Ilustración 2. Organigrama Departamento de Mantenimiento Prodylab**

Fuente: Elaboración Propia

## **2.3. OBJETIVOS DEL PUESTO**

### 2.3.1. OBJETIVO GENERAL

1. Contribuir a la gestión de la tecnología médica en las instalaciones de Prodylab, mediante la implementación de enfoques avanzados durante un periodo de tres meses.

### 2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Fortalecer las actividades de ingeniería clínica para asegurar la disponibilidad óptima y la funcionalidad de los equipos biomédicos, contribuyendo así a la eficiencia y

- calidad de los servicios de salud ofrecidos por Prodylab a sus clientes en clínicas, hospitales y laboratorios.
2. Programar inspecciones regulares, calibraciones y pruebas de rendimiento de equipos. Utilizando software de gestión de mantenimiento para programar y rastrear actividades.
  3. Evaluar y seleccionar tecnologías emergentes en ingeniería clínica, como dispositivos de monitoreo remoto, sistemas de gestión de activos, e inteligencia artificial para mejorar la eficiencia operativa y la calidad del servicio en Prodylab, buscando implementar soluciones tecnológicas innovadoras que permitan un mantenimiento predictivo, una gestión óptima de los equipos de laboratorio, y una formación avanzada del personal técnico.

### **III. MARCO TEÓRICO**

En la siguiente sección se expone el Marco Teórico del informe de Práctica Profesional, explorando de forma integral un análisis del sector de los laboratorios a los que está asociado PRODYLAB, algunos conceptos teóricos que se aplicarán durante la práctica profesional y equipos a los que el practicante estará relacionado en este periodo del año.

#### **3.1. ANÁLISIS DEL SECTOR**

La competencia de PRODYLAB incluye todas aquellas empresas dedicadas a la venta y distribución de equipos e insumos específicamente para laboratorios clínicos. Estas empresas rivalizan en ofrecer productos de alta calidad, tecnología avanzada y servicios eficientes para satisfacer las necesidades de los laboratorios en términos de diagnóstico y análisis clínico. La competencia abarca tanto a grandes distribuidores con una amplia gama de productos como a empresas más pequeñas y especializadas que buscan diferenciarse a través de servicios personalizados y soluciones para el sector clínico.

En el sector público de laboratorios en San Pedro Sula, destacan los laboratorios asociados a hospitales y centros de salud financiados por el gobierno. Estos laboratorios atienden principalmente a la población que depende del sistema de salud público y ofrecen una variedad de servicios diagnósticos y de análisis clínicos de manera gratuita o a bajo costo. En el sector privado de laboratorios en San Pedro Sula, se encuentran laboratorios clínicos independientes, asociados a clínicas privadas y hospitales de propiedad privada. Estos laboratorios suelen ofrecer una variedad más amplia de servicios diagnósticos y de análisis clínicos, con un enfoque en la atención personalizada y la rápida entrega de resultados. En Honduras el gasto total en salud como % del PIB es del 8,5% siendo inferior al promedio de la región de las Américas (14.1%). Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Honduras se encuentra en segundo lugar a nivel CA y en cuarto lugar en Latinoamérica Conforme al gasto público en salud como porcentaje del PIB (Carmenate-Milián et al., s/f). Prodylab trabaja de la mano con laboratorios privados como el Laboratorio Bueso Arias (LBA), el Hospital del Valle, CEMESA, el

Hospital Bendaña, el Hospital Escuela, clínicas privadas como Semev ubicado en Tela, laboratorios CDC alrededor del país, Hospital de Roatán, la Lima Medical Center, entre muchos otros.

Prodylab es una prestigiosa empresa que durante sus 24 años ha ofrecido una amplia variedad de equipos, reactivos, y material para todo tipo de laboratorios (PressReader.com - Digital Newspaper & Magazine Subscriptions, s/f). La empresa opera en el sector de distribución, mantenimiento y *leasing* de equipos de laboratorio clínico, así como en la venta de insumos médicos. En San Pedro Sula, se destaca como un proveedor integral de soluciones para laboratorios clínicos, atendiendo a clínicas, hospitales y laboratorios en la región. Prodylab compite con otras empresas de distribución y mantenimiento de equipos médicos. Su diferenciación radica en la calidad de sus productos, la eficiencia en los servicios de mantenimiento y la atención personalizada a clientes, adaptándose a las necesidades específicas del sector de la salud en San Pedro Sula. Además, ha establecido relaciones sólidas con clientes clave en la región, incluyendo hospitales, clínicas y laboratorios. Además, mantiene alianzas estratégicas con proveedores de equipos y dispositivos médicos, asegurando acceso a tecnología de vanguardia y soporte técnico especializado. La presencia de Prodylab en San Pedro Sula contribuye al desarrollo económico local al generar empleo directo e indirecto, así como al facilitar el acceso a equipos médicos de calidad para las instituciones de salud en la ciudad y sus alrededores. Esto fortalece la capacidad de atención médica y promueve avances en la calidad de los servicios.

### **3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN LABORATORIO CLÍNICO**

Los laboratorios clínicos son fundamentales en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. En este entorno, la precisión y fiabilidad de los resultados son un aspecto necesario en todos los equipos utilizados, ya que estos pueden influir directamente en las decisiones médicas y la salud de los pacientes.

En cualquier laboratorio, los equipos son necesarios para realizar experimentos y análisis de datos. Estos dispositivos, que incluyen desde microscopios y espectrómetros hasta sistemas informáticos y servidores, requieren un mantenimiento adecuado para operar de manera eficiente y precisa.

El mantenimiento de los equipos de laboratorio es indispensable no solo para asegurar la calidad de los resultados, sino también para prevenir fallos inesperados que podrían tener consecuencias graves. Si un equipo falla durante un experimento, se pueden perder horas o incluso días de trabajo y datos valiosos. Además, los costos de reparación y reemplazo pueden ser elevados, especialmente para equipos especializados y costosos (Técnicos, 2023).

El mantenimiento preventivo (PM) es una función esencial de la ingeniería clínica, con los objetivos de garantizar la seguridad y el rendimiento continuo de los dispositivos médicos y de preservar la inversión en el equipo mediante una mayor durabilidad (Mahfoud et al., 2016).

Los mantenimientos preventivos son esenciales para garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos y la instrumentación utilizados en los laboratorios clínicos. Estas son acciones programadas periódicamente para poder identificar y corregir posibles problemas antes de que afecten la precisión de los resultados. Esto va desde la calibración de instrumentos hasta la limpieza regular de equipos. Así mismo, los mantenimientos preventivos ayudan a prolongar la vida útil de los equipos, lo que reduce los costos a largo plazo (Saleh et al., 2015).

Por otro lado, los mantenimientos correctivos son igualmente importantes. A pesar de los mantenimientos preventivos, los equipos siempre pueden experimentar fallas inesperadas. En estos casos, es necesaria una respuesta rápida para minimizar el tiempo de inactividad del laboratorio y evitar retrasos en el procesamiento de muestras. Los mantenimientos correctivos, permiten diagnosticar y resolver de los equipos (Zamzam et al., 2021).

### **3.3. CATEGORÍAS IMPORTANTES EN EL LABORATORIO CLÍNICO**

#### **3.3.1. HEMATOLOGÍA**

La hematología de laboratorio (LH) surgió después de que el biólogo holandés Jan Swammerdam descubriera los eritrocitos (glóbulos rojos) en 1658, utilizando un microscopio primitivo inventado poco antes por su compatriota y colega científico Anthonie van Leeuwenhoek (Huisman, 2012). No fue hasta la segunda mitad del siglo XIX que las investigaciones hematológicas comenzaron a realizarse de manera regular en la medicina. Esto se hizo posible

gracias a una serie de logros significativos, como la construcción del hemocitómetro (cámara de recuento), la mejora de los microscopios y la invención de Paul Ehrlich de la tinción histoquímica de las células sanguíneas, que eventualmente llevó a la tinción de Romanowsky y sus modificaciones, las cuales perduran hasta nuestros días. Un verdadero avance en la LH fue el desarrollo del recuento electrónico de células sanguíneas en 1953 por Wallace Coulter. Su tecnología de impedancia evolucionó finalmente hacia analizadores hematológicos totalmente automatizados que realizan un hemograma completo (CBC), que a menudo contiene más de 40 parámetros (Hoffmann, 2013).

### 3.3.2. INMUNOLOGÍA

La inmunología, una rama fundamental de la biología, se concentra en el análisis exhaustivo del sistema inmunológico humano, cuya misión vital radica en la identificación y el resguardo del organismo contra amenazas externas, tales como microorganismos invasores, toxinas y otras sustancias que actúan como antígenos. Este sistema, intrincadamente complejo, desempeña un papel crucial en la defensa del cuerpo humano, desencadenando respuestas específicas y coordinadas para contrarrestar agentes patógenos y mantener la homeostasis (*Inmunología, s/f*).

Dentro del marco de la inmunología, se reconocen tres modalidades distintas de protección: la inmunidad innata, considerada la primera línea de defensa, se caracteriza por su naturaleza no específica y constituye una barrera inicial ante una amplia gama de antígenos. Esta forma de inmunidad, presente desde el nacimiento, incluye mecanismos como las barreras físicas (piel y mucosas) y la acción de células fagocíticas, como los neutrófilos y macrófagos, así como la actividad del sistema del complemento y ciertas citoquinas (García Cano et al., 2023).

Por otro lado, la inmunidad adaptativa, también conocida como inmunidad adquirida o específica, se desarrolla a lo largo de la vida de un individuo en respuesta a la exposición a antígenos específicos, ya sea durante una infección natural o mediante la administración de vacunas. Esta modalidad de inmunidad se caracteriza por su especificidad y memoria, lo que permite una respuesta dirigida y una defensa prolongada contra agentes patógenos previamente encontrados. Los principales actores en esta respuesta son los linfocitos, tanto células T como

células B, y los productos secretados como los anticuerpos y las citoquinas, que cooperan para coordinar una respuesta inmunitaria efectiva (Cevallos et al., 2024).

### 3.3.3. QUÍMICA

Es el análisis bioquímico de los fluidos corporales, principalmente la sangre y la orina, mediante reacciones químicas detectadas por métodos fotométricos (como absorbancia, turbidimetría y fluorescencia) para identificar y cuantificar componentes biológicamente importantes, conocidos como analitos (Lippi & Plebani, 2022). La detección de estos analitos permite el diagnóstico, seguimiento, control del tratamiento, tamizaje y evaluación del riesgo de numerosas enfermedades.

Las pruebas de Química Clínica permiten identificar una variedad de analitos que reflejan el estado o función de distintos sistemas corporales, o indican la presencia de ciertas enfermedades, utilizando analizadores automatizados que requieren solo pequeñas muestras.

Entre las pruebas rutinarias se incluyen la medición de analitos para evaluar la función metabólica (ej. glucosa), hepática (ej. ALT, AST), y renal (ej. creatinina, BUN), así como el análisis de lípidos (colesterol total, HDL, LDL, triglicéridos), estado nutricional (ej. hierro, vitamina B12) y niveles de electrolitos (ej. sodio, cloro, potasio) (Melanson et al., 2007).

También se realizan mediciones de hormonas corporales, incluyendo las reproductivas y tiroideas, pruebas de embarazo ( $\beta$ -hCG), detección de proteínas (ej. albúmina, ferritina, inmunoglobulinas), marcadores tumorales (CEA, CA 19-9, CA 15-3, AFP) y monitorización de fármacos (ej. ácido valproico). Además, se detectan anticuerpos IgM e IgG contra agentes infecciosos como el citomegalovirus, el virus de la rubéola, *Toxoplasma gondii*, los virus de hepatitis B y C, y el VIH (Roy et al., 2015).

### 3.3.4. BACTERIOLOGÍA

La bacteriología clínica estudia las características morfológicas y fisiológicas de las bacterias patógenas en humanos. El estudio está aplicado al diagnóstico de laboratorio de las principales enfermedades infecciosas de origen bacteriano, así como su tratamiento, prevención y control (Dauwalder et al., 2016).

La sección de Bacteriología clínica se encarga de la identificación de bacterias causantes de enfermedades infecciosas mediante diversos procedimientos además de los agentes terapéuticos potencialmente efectivos. Para identificar estas causas y elaborar una terapia eficiente es imprescindible aislar e identificar los microorganismos, por tanto, generalmente los resultados de estos análisis duran de tres a cinco días. Después se efectúan las correspondientes pruebas de sensibilidad de los agentes para comprobar la eficiencia del agente terapéutico (Croxatto et al., 2016).

Entre las muestras que se analizan en bacteriología se tiene:

- Urocultivo: muestra de orina
- Coprocultivo: muestra de heces
- Muestra de raspados de tejidos.
- Secreciones: vaginales, uretrales (pene), óticos (oído), entre otros.
- Líquidos corporales: peritoneales, articulares, entre otros.

### **3.4. EQUIPOS DE PRODYLAB DE LABORATORIO CLÍNICO**

#### **3.4.1. ABBOTT ARCHITECT PLUS i1000SR**

Abbott ARCHITECT PLUS i1000SR (Inmunología): Este equipo está diseñado para realizar análisis clínicos automatizados. Es capaz de realizar una amplia gama de pruebas inmunológicas, ensayos para la detección de enfermedades infecciosas, marcadores tumorales, enfermedades autoinmunes y alergias. Funciona mediante la detección de reacciones químicas específicas entre los antígenos y los anticuerpos presentes en la muestra, lo que permite identificar la presencia de diversas enfermedades o condiciones de salud (*Inmunoensayo ARCHITECT i1000SR | Core Laboratory at Abbott, s/f*).

#### **3.4.2. ABBOTT CELL-DYN RUBY**

CELL-DYN Ruby (Hematología): El CELL-DYN Ruby es un analizador hematológico automatizado que se utiliza para realizar pruebas de hematología de manera rápida y precisa. Este equipo es capaz de analizar muestras de sangre para contar y clasificar diferentes tipos de

células sanguíneas como glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas. Funciona mediante el uso de tecnología de citometría de flujo, que permite la detección y clasificación de las células en función de sus características físicas y químicas (*CELL-DYN Ruby Hematology System for Medium Volume Laboratories | Core Laboratory at Abbott, s/f*).

### 3.4.3. ABBOTT ALINITY HQ

Alinity Hq Abbott (Hematología): El Alinity hq Abbott es un analizador hematológico. Este cuenta con un sistema automatizado es capaz de realizar un amplio rango de análisis hematológicos, como conteo y diferenciación de células sanguíneas, evaluación de la morfología celular y determinación de parámetros hematológicos. Tiene un diseño modular y puede procesar grandes volúmenes de muestras lo cual lo convierte en un dispositivo ideal para laboratorios clínicos y centros de atención médica con altas demandas de pruebas hematológicas. Funciona mediante la utilización de técnicas de análisis óptico y citometría de flujo, que permiten la identificación y clasificación de las células sanguíneas según sus características morfológicas y bioquímicas (*Alinity H-Series | High-Volume Integrated Hematology Analyzer and Testing System | Core Laboratory at Abbott, s/f*).

### 3.4.4. A15

A15 (Química): El equipo A15 de química utiliza un espectrofotómetro, un instrumento utilizado para medir la absorbancia o transmitancia de una muestra en función de la longitud de onda de la luz. Esto permite determinar la concentración de sustancias presentes en la muestra, así como identificar compuestos específicos a través de sus patrones de absorción característicos.

El espectrofotómetro A15 puede tener características específicas, como diferentes rangos de longitud de onda, opciones de cuarzo o plástico para las celdas de muestra, y capacidades de escaneo UV-Vis o de fluorescencia. Su versatilidad lo convierte en una herramienta invaluable para una amplia gama de aplicaciones, desde análisis de aguas y alimentos hasta investigaciones en bioquímica y farmacología (*A15 Analizador Automático • Biosystems • Biosystems, s/f*).

### 3.4.5. VITEK BIOMERIEUX

Vitek (Bacteriología): Reducir los tiempos de análisis en la identificación microbiana optimiza los flujos de trabajo del laboratorio y aumenta la productividad. VITEK 2 COMPACT, un sistema automatizado desarrollado por bioMérieux, logra esto gracias a la vasta experiencia de la empresa en identificación microbiana.

Con VITEK, el tiempo de respuesta para la mayoría de las bacterias se reduce a 22 horas en comparación con los métodos bioquímicos tradicionales, cumpliendo con las características de integridad de datos. Esto asegura un control de calidad más rápido y eficiente en los productos y procesos, manteniendo la viabilidad económica de la fabricación (*VITEK® 2 COMPACT, s/f*).

El sistema garantiza la integridad de los datos con flujos de trabajo más inteligentes mediante:

- Tarjetas de análisis cerradas que evitan la contaminación y resultados erróneos.
- Análisis objetivo que elimina la subjetividad humana.
- Cumplimiento con BAM y la norma ISO 7218.
- Registros, seguimiento e informes de las acciones de los usuarios en el Audit Trail.
- Reactivos con códigos de barra que ofrecen trazabilidad y facilidad de uso.
- Una amplia base de datos diseñada para satisfacer las necesidades de la industria.
- Automatización completa que permite a los usuarios realizar otras tareas de laboratorio.
- Resultados en 2 horas para la mayoría de las especies grampositivas y gramnegativas.
- Disponibilidad en capacidades de 15, 30 o 60 tarjetas para satisfacer las necesidades de cualquier laboratorio.

### 3.4.6. ABBOTT ARCHITECT C4000

Abbott Architect c4000 (Química): El analizador de bioquímica clínica ARCHITECT c4000 proporciona resultados de pruebas de alta calidad con tiempos de respuesta inmediatos, mejorando la productividad del laboratorio y ofreciendo resultados clínicos fiables. El ARCHITECT c4000 puede realizar hasta 800 pruebas por hora, tiene una capacidad de carga de 100 muestras,

35 posiciones de prioridad, y hasta 90 posiciones de reactivos refrigerados, integrados con tecnología de chip para medir Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> (*Bioquímica clínica ARCHITECT c4000 | Core Laboratory at Abbott, s/f*).

## **IV. DESARROLLO**

En el siguiente capítulo se ve desglosado por semanas de trabajo durante la práctica profesional en PRODYLAB, actividades realizadas, resultados y dificultades durante las mismas.

### **4.1. SEMANA 1: ABRIL 15 - 19**

#### 5.1.1. OBJETIVOS

- Optimización de equipos de inmunología y hematología
- Estandarización de procedimientos de limpieza y mantenimiento
- Garantía de calidad en pruebas y renovaciones de equipos
- Verificar la precisión y duplicación de los datos generados por los equipos después de las pruebas para asegurar su idoneidad para uso clínico

#### 5.1.2. INTRODUCCIÓN

Durante la primera semana de actividades en el departamento de mantenimiento de ingeniería en biomédica, se llevaron a cabo una serie de intervenciones enfocadas en el mantenimiento, optimización y renovación de equipos críticos utilizados en inmunología y hematología. Estas actividades tuvieron lugar tanto en el taller de Prodylab como en instalaciones clínicas, como el Hospital del Valle y el CDC.

Las acciones incluyeron mantenimientos correctivos detallados en equipos como el Abbot i1000SR Plus Architect, donde se realizaron cambios de componentes y limpiezas para resolver problemas específicos, asegurando la precisión de los resultados. Además, se implementaron protocolos estandarizados de limpieza y mantenimiento para equipos biomédicos, como el i1000SR Plus Architect, utilizando herramientas especializadas.

#### 4.1.2. DESARROLLO

Durante esta semana, se llevaron a cabo diversas actividades de mantenimiento, limpieza, inspección y renovación en equipos biomédicos de laboratorios clínicos. En el Centro de

Diagnóstico y Centroamérica (CDC), se realizó un extenso mantenimiento correctivo en el equipo Abbot i1000SR Plus Architect, que incluyó el reemplazo de reactivos, controles, líquidos y desechos, así como la solución pre activadora y activadora. Además, se identificó y corrigió un posible error en la bomba de jeringa mediante el cambio de la bomba y tres tarjetas, y se realizó una limpieza completa del sistema, retirando desechos líquidos y físicos y reemplazándolos por nuevas cápsulas.

En el taller de Prodylab, se llevó a cabo una limpieza exhaustiva del equipo i1000SR Plus Architect utilizando métodos especializados como espuma, sopladora, brochas, *duster* y *contact cleaner*, seguido de la reconexión de las tarjetas del equipo después de la limpieza.

Además, se realizaron inspecciones y mantenimientos en el equipo Ruby de hematología y A15 Biosystems. Para el equipo Ruby, se abordaron problemas como asteriscos (\*) en los resultados de los pacientes mediante la limpieza del *flow cell* y la quinta manguera con cloro, seguido de múltiples pruebas de Background para asegurar resultados precisos. En cuanto al equipo A15 Biosystems, se realizó un cambio de lámpara para mejorar su funcionalidad.

Finalmente, en el taller de Prodylab, se llevaron a cabo pruebas y renovaciones en el equipo ArchitectPlus i1000SR, donde se cargaron nuevos reactivos y controles siguiendo estrictas condiciones de temperatura. Se seleccionaron pruebas específicas en el software del equipo y se ejecutaron con éxito, generando datos precisos y duplicados según lo requerido para futuros clientes. Estas actividades demuestran el compromiso del equipo de ingeniería biomédica con la calidad y funcionalidad de los equipos utilizados en entornos clínicos y de laboratorio (Tabla 1).

En la semana se elaboraron cuatro mantenimientos correctivos indicando un 66,66% de las actividades totales de la semana, y 2 mantenimientos preventivos, indicando el 33,33% del 100% de las actividades (Ver Ecuación #1 y #2).

$$\frac{2 \text{ MP en la semana}}{6 \text{ actividades totales}} \times 100 = 33,33\%$$

#### **Ecuación #1. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 1**

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{4 \text{ MC en la semana}}{6 \text{ actividades totales}} \times 100 = 66.67\%$$

## **Ecuación #2. Ecuación porcentaje de mantenimientos correctivos en la semana 1**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 1. Indicadores de Semana 1**

<b>Indicadores Tipo de Actividad</b>	<b>Valor (Cantidad de veces que se realizó)</b>
<b>Mantenimientos Correctivos</b>	66,67%
<b>Mantenimientos Preventivos</b>	33,33%

**Tabla 2. Bitácora de actividades Semana 1**

Fecha	Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones
Día 1 15/04/2024	<p>Mantenimiento correctivo <b>equipo de inmunología Abbot i1000SR Plus Architect</b>. El equipo cuenta con un UPS "online". La visita fue en <b>CDC</b>, se realizó: cambio de reactivos, controles, líquidos, desechos, solución preactivadora y activadora. La solución preactivadora debía estar dentro de un recipiente oscuro para protegerlo de la luz. El posible error era <i>bomba de jeringa</i>. Se hizo cambio de la bomba; cambio de tres tarjetas. Se retiraron todos los desechos líquidos y físicos, y se cambiaron por nuevas capsulas.</p>	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Se solucionó el problema después de realizar todas las pruebas con reactivos nuevos.
Día 2 16/04/2024	Limpieza del equipo <b>i1000SR Plus Architect</b> del <b>taller de Prodylab</b> , y reconexión de las tarjetas. Se utilizó espuma para limpiar, sopladora, brochas, duster y contact cleaner	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Se estudiaron las partes y componentes de los tres equipos en el taller de Prodylab.
	Inspección de equipo <b>Ruby (hematología)</b>			
	Inspección de equipo <b>A15 Biosystems</b> del taller de Prodylab, cambio de lámpara.			

<p><b>Día 3</b></p>	<p>17/04/2024</p>	<p>Se realizó visita al <b>Hospital del Valle</b>, debido a que un equipo de hematología (<b>Cell-Dyn Ruby</b>) presentaba asteriscos (*) en los pacientes que iba escaneando e ingresando el equipo. Se procedió a limpiar el flow cell y a limpiar la quinta manguera con cloro mediante una jeringa, para asegurar una limpieza uniforme dentro de todo el sistema. Se realizó un Background en el equipo, los resultados presentados eran muy altos lo que se distinguió como que aún había suciedad en las mangueras. Se hicieron dos Backgrounds más y los valores de Plaquetas (PLT) en el equipo bajaron a 0.00. De igual manera, se hizo cambio de la sonda de modo cerrado. El equipo cuenta con dos sondas, la que trabaja en modo cerrado y en modo abierto, como el nombre lo dice, la sonda en modo abierto se encuentra afuera, sin necesidad de abrir el equipo y es para evaluar muestras individualmente. Se realizó una cadena de muestras para probar el equipo nuevamente y los resultados ya se presentaban más reales y ya no existían anomalías (*) en las muestras.</p>	<p>8am - 5pm</p>	<p>Ing. Aylin Arevalo y Kristel Carranza</p>	<p>Se solucionó el problema después de realizar una exhaustiva limpieza interna del sistema de mangueras del equipo.</p>
---------------------	-------------------	--	------------------	--	--

<p><b>Día 4</b></p>	<p>18/04/2024</p>	<p>El día jueves se estuvo trabajando en el <b>taller de Prodylab</b> con un equipo de inmunología ArchitectPlus i1000SR, que se está renovando para brindarlo a potenciales clientes como dato. El día de hoy se realizaron pruebas en el equipo implementando nuevos reactivos y controles. Los reactivos debido a su sensibilidad deben mantenerse a temperaturas de 2 a 8 grados Celsius. Las pruebas tomaron alrededor de 35min cada una y se realizaron 3. Los controles (positivos y negativos) recomendados por el fabricante se cargaron en los compartimentos correspondientes del equipo. En el software del equipo, se seleccionó la prueba específica a realizar. Se eligieron los parámetros apropiados (tipo de muestra, dilución). El ensayo fue iniciado y el equipo procesó las muestras, reactivos y controles automáticamente. Una vez completado el ensayo, el equipo generó datos, que debían verse duplicados, y esto concordó con lo solicitado.</p>	<p>8am - 5pm</p>	<p>Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza</p>	<p>Se estudió la importancia de los reactivos y la preservación de su temperatura puede afectar los resultados de las muestras.</p>
<p><b>Día 5</b></p>	<p>19/04/2024</p>	<p>Defensa de la Terna académica</p>			

#### 4.1.3. ANEXOS



**Anexo 1. Cambio de bomba de jeringa – Architect Plus**

Fuente: Elaboración Propia



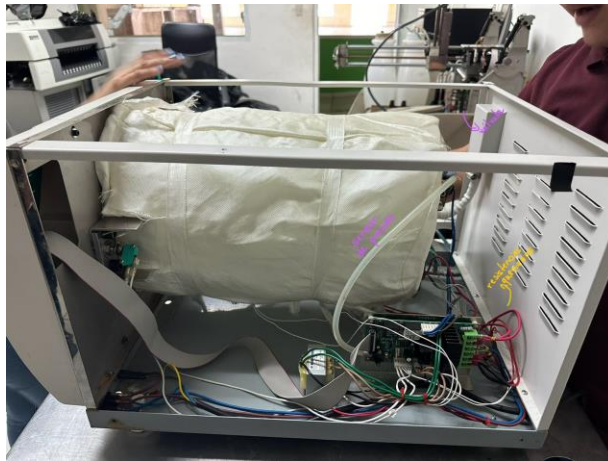
**Anexo 2. Inspección Cell – Dyn Ruby Taller**

Fuente: Elaboración Propia



### **Anexo 3. Cambio de las tres tarjetas del Architect Plus**

Fuente: Elaboración Propia



### **Anexo 4. Autoclave con resistencias quemadas - Inspección circuito**

Fuente: Elaboración Propia



### **Anexo 5. Limpieza de la flow cell de Cell-Dyn Ruby con cloro**

Fuente: Elaboración Propia



### **Anexo 6. Limpieza de sonda**

Fuente: Elaboración Propia

## **4.2. SEMANA 2: ABRIL 22 - 26**

### 4.2.1. OBJETIVOS

- Resolver problemas críticos de equipos de hematología
- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos en distintos hospitales y clínicas
- Establecer calendario de mantenimientos preventivos

### 4.2.2. INTRODUCCIÓN

Durante la semana 2, el equipo de ingeniería biomédica se enfocó en abordar diversos problemas y realizar mantenimientos preventivos en equipos médicos críticos en diferentes clínicas y hospitales de Tela, Atlántida, y otras ubicaciones. Se destacaron intervenciones específicas para resolver problemas de apagado y resultados inadecuados en equipos de hematología, como el Cell-Dyn Ruby. Además, se llevó a cabo limpieza exhaustiva, reemplazo de componentes y pruebas de verificación en varios equipos médicos para mantener su funcionalidad óptima.

### 4.2.3. DESARROLLO

Durante la semana 2, se llevaron a cabo una serie de actividades de mantenimiento y reparación en equipos médicos distribuidos en diferentes ubicaciones. Se destacan los siguientes indicadores: En cuanto a mantenimientos correctivos, se logró resolver los problemas de apagado en varios equipos de hematología (Cell-Dyn Ruby) mediante cambios de componentes y diagnósticos precisos que incluyeron reemplazos de tarjetas de alimentación, cables y lámparas. Respecto a los mantenimientos preventivos, se atendieron múltiples equipos de laboratorio, incluyendo incubadoras, microscopios y centrifugadoras, asegurando su funcionamiento óptimo mediante limpieza y actualización de registros de mantenimiento. Se realizaron intervenciones específicas como cambios de componentes en lámparas y tarjetas de alimentación, junto con pruebas de verificación exhaustivas en equipos médicos críticos. Además, se realizaron visitas a diversas clínicas y hospitales para abordar problemas específicos en los equipos, optimizando el tiempo dedicado a cada intervención. La gestión eficiente de insumos y recursos se reflejó en el

reemplazo oportuno de reactivos debido a condiciones inadecuadas de almacenamiento, garantizando la efectividad de las reparaciones realizadas.

En esta segunda semana las actividades desarrolladas se dividieron en partes iguales representando el 20% de las mismas, con la ayuda de la siguiente ecuación 3:

$$\frac{\text{Número de la actividad realizada}}{\text{Número del total de actividades en la semana}} \times 100 = 20\%$$

**Ecuación #3. Ecuación porcentaje de actividades en la semana 2**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3. Indicadores de Semana 2**

<b>Indicadores</b>	<b>Valor (Cantidad de veces que se realizó)</b>
<b>Mantenimientos Correctivos</b>	20%
<b>Mantenimientos Preventivos</b>	20%
<b>Reparaciones</b>	20%
<b>Intervenciones por ubicación</b>	20%
<b>Clínicas, laboratorios y hospitales visitados</b>	20%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4. Bitácora de Actividades Semana 2**

<b>Fecha</b>		<b>Descripción de actividad</b>	<b>Horas</b>	<b>Responsables</b>	<b>Observaciones/Conclusiones</b>
<b>Día 1</b>	22/04/2024	<p><b>Ubicación: Tela, Atlántida.</b> El día Lunes se tuvo que asistir a Semev, clínica en la ciudad de Tela. El llamado se nos hizo por un equipo de hematología, Cell-Dyn Ruby. El problema que presentaba era de apagado mientras estaba en proceso de inicialización. Cuando se inicializa el equipo en el monitor puede observarse una barra que va llenándose mientras carga, cuando estaba a punto de llenarse se apagaba el equipo por completo. Se abrió el equipo por atrás, para tener una visión más clara de la tarjeta de alimentación y placa CPU. Al hacer varias pruebas, se procedió a cambiar la tarjeta de alimentación, pero seguía apagándose el equipo. Entonces, se reemplazó el cable entre la placa de alimentación y la de CPU, ya que se encontraba un poco dañado. El equipo continuaba apagándose. Entonces procedimos a cambiar la placa más grande, la de CPU, y se volvió a colocar la placa de alimentación que originalmente tenía. El equipo ya se</p>	8am - 10pm	Ing. Aylin Arevalo y Kristel Carranza	Se pudo concluir que la temperatura de los reactivos dañó cada uno de ellos, y se tuvo que hacer el reemplazo de cada uno para realizar las pruebas, al igual que los controles.

		<p>mantenía encendido. Eventualmente se hicieron las pruebas con los controles y reactivos. El problema ahora eran los resultados de los reactivos, no concordaban con lo adecuado. Se procedió a cambiar la solución de lavado por una nueva, pero el problema persistía. Se hicieron varias pruebas, y no se lograba encontrar el problema. Se cambió el rotor de reactivos por un nuevo. De igual manera, se hizo el cambio de la lámpara del equipo. Se intentó cambiar controles, pero Semev no tenía extras a disposición, se debía hacer un pedido a Sps que llegaría el siguiente día. Se hizo el cambio de uno de los reactivos, y las pruebas de ese sí concordaban. Cabe destacar que, cuando se sacaron los reactivos, los controles, y el agua destilada del refrigerador de la clínica estos estaban congelados o granizados, significando que estaban a una temperatura muy baja de lo que deben estar (2 - 8 C). Esto quiso decir que todos los reactivos debían ser reemplazados debido a su sensibilidad. En los controles solo daban los resultados en el control 2, el control 1 no, se tenía que esperar al siguiente día para correr pruebas con este.</p>			
<b>Día 2</b>	23/04/2024	<p>El día martes de regreso a San Pedro Sula, se hizo una visita al Hospital <b>Bendaña</b>. Se realizó limpieza externa e interna del equipo, limpieza con cloro de reservorio de desechos, se cambió la manguera de la bomba peristáltica. Y se limpiaron las terminales con contact cleaner.</p>	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	<p>La manguera peristáltica estaba dañada, tenía una fisura.</p>

<b>Día 3</b>	24/04/2024	Se realizó una visita al <b>Hospital del Valle</b> por el equipo de hematología <b>Cell - Dyn Ruby</b> , ya que presentaba problemas de escaneado del etiquetado, se hizo una limpieza al sensor y algunas pruebas en el equipo. De 20 muestras solo no leía uno o dos. Pero lo demás funcionaba bien.	8am - 5pm	Ing. Aylin Arevalo, Ing Kevin Díaz y Kristel Carranza	Se concluyó que no era error del equipo, era error de las etiquetas, ya que solo las etiquetas de un proveedor en específico presentaban error en la lectura. Las etiquetas de otro departamento las leía sin problemas.  El problema se solucionó, el equipo ya estaba cerca de su fecha de mantenimiento, necesitaba una limpieza.
		Se visitó la <b>Clínica Médica Cristiana en El Progreso, Yoro</b> , debido al equipo de hematología Cell - Dyn Ruby. Presentaba valores fuera de rango. Se hizo limpieza de la Flow Cell con papel especial, se hizo cambio de la manguera de la bomba peristáltica, se realizaron pruebas de background, se vació el recipiente de desechos.			
<b>Día 4</b>	25/04/2024	El día jueves se visitó al Laboratorio Bueso Arias en 2 ocasiones. Por la mañana se hizo un llamado, ya que se encontró una cantidad significativa de agua cerca del equipo de química Architect Plus c4000 de Abbott. Se	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Se pudo concluir que el agua muy probablemente no venía toda del

		<p>encontró que una de las mangueras del manifold al lado izquierdo del equipo no encajaba adecuadamente. Manualmente se ensambló la manguera nuevamente y se hizo presión con ayuda de unas pinzas. Más tarde durante el día se les dio seguimiento y ya no había más agua, se realizaron algunas pruebas de verificación y todo se encontraba en regla. Se hizo cambio de una de las sondas del equipo solo como manera preventiva y asegurar de que el equipo estuviera absorbiendo bien.</p>			<p>equipo, de igual manera se hicieron los ajustes correspondientes.</p>
<b>Día 5</b>	26/04/2024	<p>El día viernes no hubo ningún llamado particular por parte de los hospitales y laboratorios. Se procedió a realizar un calendario de los mantenimientos preventivos pendientes y realizados.</p>	8am – 5pm	Ing. Aylin Arevalo y Kristel Carranza	<p>Se hizo uso de excel para la elaboración de las tablas.</p>

#### 4.2.4. ANEXOS



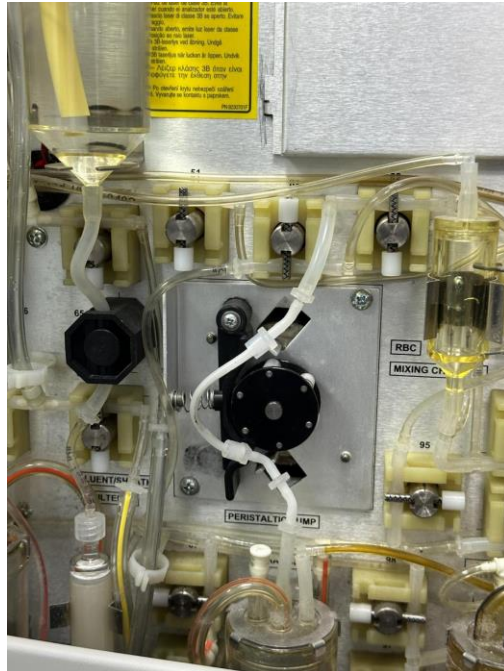
**Anexo 7. A15 de Clínica Semev Tela**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 8. Tarjeta de alimentación y tarjeta de CPU – A15 Tela**

Fuente: Elaboración Propia



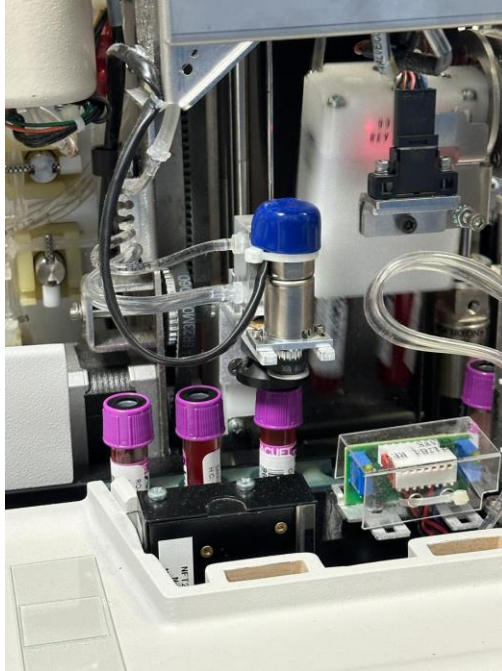
**Anexo 9. Manguera de bomba peristáltica de Cell - Dyn Ruby**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 10. Cambio de la manguera peristáltica – Hospital Bendaña**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 11. Error en el etiquetado de las muestras en el Cell Dyn Ruby**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 12. Goteo en la manguera del manifold de desechos - Architect c4000**

Fuente: Elaboración Propia

### CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS 2024-2025 HDV

No.	Equipo	2024												2025					
		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE SPS																			
HOSPITAL DEL VALLE																			
1	Cell-Dyn Ruby Hospital del Valle																		
2	Architect i1000sr Hospital del Valle																		
3	VITEK 2 COMPACT VALLE																		
4	EMERALD VALLE																		

Se realiza la entrega de dicho cronograma con el fin de estipular los meses de los mantenimientos preventivos, para que estén agendados y podamos evitar inconvenientes a la hora de realizar MP del equipo, nos comprometemos a avisar un día antes de la fecha estipulada cualquier inconveniente por el cual no se pueda realizar el mantenimiento y consultar si se puede realizar el mantenimiento como siempre se hace.

### Anexo 13. Excel de cronograma elaborado

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3. SEMANA 3: ABRIL 29 – MAYO 03

##### 4.3.1. OBJETIVOS

- Reensamblaje y reparación del equipo A15
- Reemplazo y ajuste de componentes críticos
- Mantenimiento y reparación de equipos médicos de laboratorios en Sps
- Pruebas finales del equipo A15 y preparación para entrega

##### 4.3.2. INTRODUCCIÓN

En la semana 3, se llevó a cabo un conjunto de actividades dedicadas al mantenimiento y reparación de equipos médicos en diversas clínicas y laboratorios. El enfoque principal estuvo en el reensamblaje y reparación del equipo A15, con la implementación de nuevas partes y pruebas para garantizar su correcto funcionamiento.

### 4.3.3. DESARROLLO

Se realizaron importantes actividades de mantenimiento y reparación en el equipo A15, que incluyeron el cambio de 5 partes clave para su funcionamiento óptimo. Siendo las mismas:

1. Tarjeta de sonda
2. Sonda
3. Tapa de reservorio de desechos
4. Tapa de reservorio de solución de lavado
5. Filtro

Además, se llevaron a cabo visitas a 2 laboratorios para atender requerimientos de mantenimiento y resolver problemas específicos en los equipos médicos. Como el Laboratorio Bueso Arias y CDC. En relación con el equipo A15 de Semev, se realizaron 2 pruebas fundamentales utilizando reactivos para asegurar su correcto funcionamiento. Asimismo, se llevó a cabo el cambio de 2 mangueras de la bomba peristáltica, una medida necesaria para mantener la funcionalidad del equipo de hematología.

En la semana 3, se optó por definir un umbral del porcentaje límite a la hora de intervenir en equipos durante toda la semana, se estableció que el porcentaje sería 50%, si el resultado de las intervenciones en la semana era menor a 50%, se interpretaría como actividad normal en la semana, si el resultado era mayor al 50% debía considerarse una mayor atención a los mantenimientos o intervenciones que se han realizado antes. El número de intervenciones semanal que se considera como el máximo es de 15 intervenciones, con la ayuda de la ecuación 4, se tomaron las 9 intervenciones que hubo en la semana y se dividió por las 15 intervenciones máximas, multiplicado por 100, esto dio un porcentaje del 60%. Un poco arriba del 50% de intervenciones, se debe tomar más precaución y detalle en las intervenciones anteriormente realizadas (Ver Ecuación #4). Si el porcentaje ha de pasarse del 100% se debe considerar otro método periódico de observaciones o mantenimientos preventivos en el equipo.

$$\frac{9 \text{ intervenciones realizadas en la semana}}{15 \text{ intervenciones máximas semanales}} \times 100 = 60\%$$

**Ecuación #4. Ecuación porcentaje de actividades en la semana 2**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5. Indicadores de Semana 3**

<b>Indicadores</b>	<b>Valor (Cantidad de veces que se realizó)</b>
<b>Intervenciones a equipos</b>	9

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6. Bitácora de actividades Semana 3**

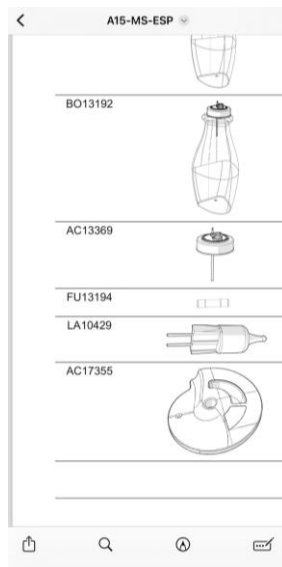
<b>Fecha</b>		<b>Descripción de actividad</b>	<b>Horas</b>	<b>Responsables</b>	<b>Observaciones/ Conclusiones</b>
<b>Día 1</b>	29/04/2024	Se hizo la búsqueda en almacén de los repuestos AC13369 del reservorio del equipo A15 de Tela que se estaba reparando en el taller, también se retiraron del almacén la tapa con mangueras de la solución de lavado con código TU13366. Se visitó el taller para implementar todo lo retirado de almacén, para proceder con el reensamblaje del equipo con partes nuevas. Se realizó limpieza de la tarjeta de CPU, y se cambió el filtro del motor. El equipo tenía que estar listo para la transportación del equipo a la clínica Semev, Tela.	8am - 10pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Se realizaron exitosamente los cambios de las partes nuevas, fue el primer día que hice mi primer orden de almacén.
<b>Día 2</b>	30/04/2024	Se trabajó nuevamente con el equipo A15, cambiando la tarjeta de la sonda con código RPBI 0027 y una nueva sonda ya que la punta estaba quebrada mínimamente. Fue un poco complicado hacer el reemplazo de la tarjeta y se necesitó de dos personas para colocarla porque alguien más debía estar sosteniéndola mientras se hacía el ensamblaje.	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	El día se le dedicó al equipo de química A15, realizándosele limpieza, pruebas de succión y cambio de partes con el fin de dejarlo como nuevo.

Día 3	1/5/2024	Feriado			
Día 4	2/5/2024	<p>El día jueves se hizo una visita al Laboratorio Bueso Arias, ya que el equipo de hematología Cell - Dyn Ruby presentaba valores fuera de rango en la presión y presentaba obstrucción, tenía una fuga. Se optó por abrir la puerta del lado izquierdo para revisar el sistema neumático. Se debía revisar si era un problema en las válvulas o las bombas. De igual manera, se hizo el cambio del sistema de bombas de otro A15, se reemplazó totalmente y se hicieron las nuevas conexiones. Se limpiaron todas las válvulas con contact cleaner para que no hubiera problemas en la lubricación de las válvulas. También, se cambió la manguera de la válvula peristáltica ya que, se encontró con una pequeña fisura y por ahí había una fuga. Cuando se realizaron las pruebas de presión de cerrado y abierto de las válvulas, una válvula no cerraba, tuvo que cambiarse la válvula número 67.</p>	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	<p>Una vez hecho todos esos cambios el equipo ya no presentaba fugas ni valores fuera de rango de la presión.</p>
		<p>Se realizó visita a CDC, error 7000 de temperatura en el equipo Architect i1000SR.</p>			<p>Cuando se llegó a CDC, el equipo no presentaba más el error, se concluyó que el equipo presentó el error porque temperaturas de la sala y no del equipo como tal, era de mañana, entonces el sistema de aire acondicionado lo</p>

					acababan de encender, permitiéndole a la sala enfriarse.
		Se sacaron reactivos y controles del almacén para realizar pruebas del equipo A15 de Semev, Tela.			Las pruebas con los reactivos y controles tomaron alrededor de 40min.
<b>Día 5</b>	3/5/2024	El día viernes se terminó de armar el equipo A15, con todos sus respectivos componentes nuevos, después de ensamblar se realizaron más pruebas con reactivos (Glucosa, triglicéridos y calcio), para confirmar que todo estuviera trabajando en orden.	8am – 5pm		Se dejó el equipo listo para entregar el día Lunes 6 de mayo.

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.4. ANEXOS



#### **Anexo 14. Partes seleccionadas a retirar para equipo A15**

Fuente: *Manual de Servicio*, 2020



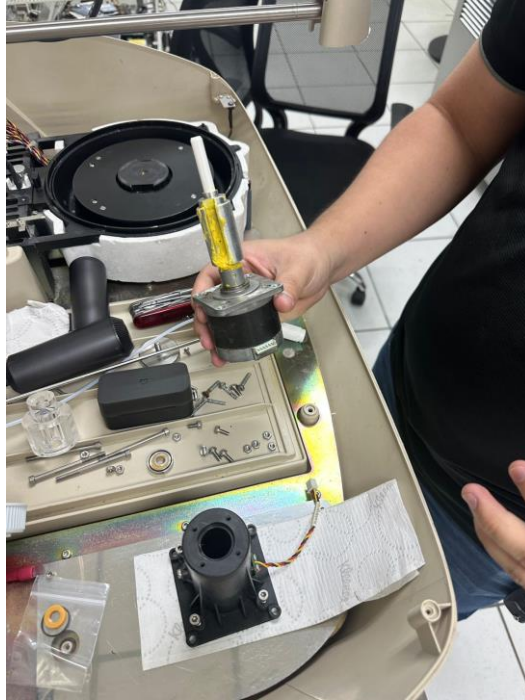
**Anexo 15. Conexiones de motor de pistón a A15**

Fuente: Elaboración Propia



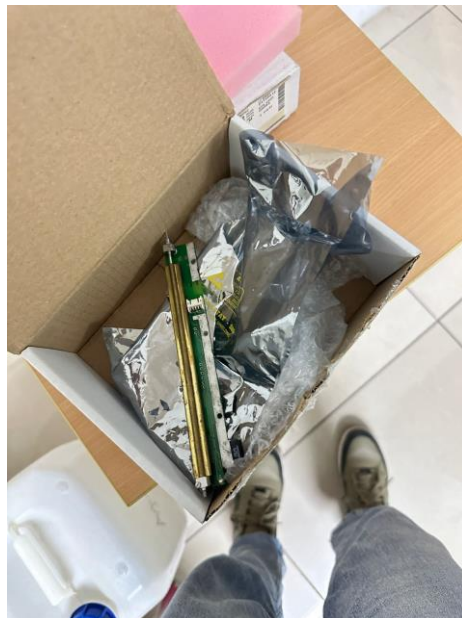
**Anexo 16. Limpieza de tarjeta CPU**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 17. Cambio de filtro en motor de 15**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 18. Tarjeta de sonda A15 (reemplazo)**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 19. Reemplazo de sonda de A15**

Fuente: Elaboración Propia



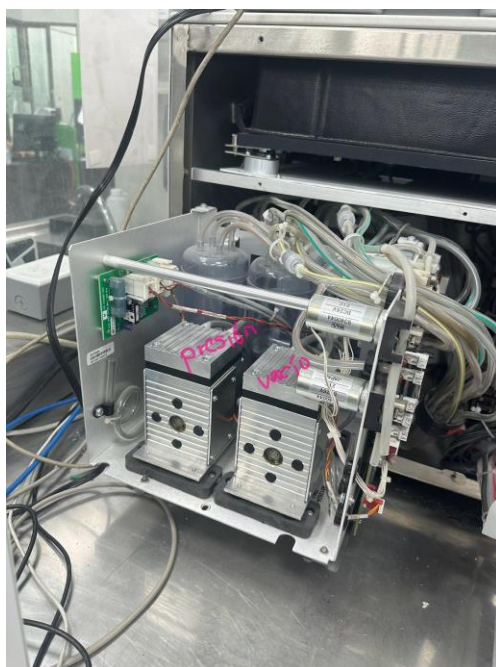
**Anexo 20. Primera prueba de reactivos en A15**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 21. Cambio de manguera peristáltica en Ruby de Laboratorio Bueso Arias**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 22. Cambio de sistema neumático en Ruby (LBA)**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 23. Cambio de válvula 67 en Ruby (LBA)**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 24. Segunda prueba de reactivos (calcio, triglicéridos y glucosa) A15**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 25. Reensamblaje de equipo A15**

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.4. SEMANA 4: MAYO 06 – 10**

##### 4.4.1. OBJETIVOS

- Mantenimiento Preventivo del Equipo de Hematología Norma Icon 5
- Organización y Mantenimiento de Almacenes
- Mantenimiento Preventivo en Hospitales y Laboratorios

##### 4.4.2. INTRODUCCIÓN

Durante esta semana 4, se llevó a cabo un intenso programa de mantenimiento preventivo en diversos equipos médicos en clínicas, hospitales y laboratorios. Se realizó una visita a la clínica Oncología Integral para el mantenimiento del equipo de hematología Norma Icon 5, donde se efectuó una limpieza profunda y se conectaron soluciones de limpieza. Además, se realizaron visitas a varios almacenes para organizar y revisar equipos y componentes, asegurando un suministro eficiente. También se realizaron mantenimientos preventivos en el Hospital Bendaña y el Hospital Cemesa, abordando equipos de tecnología LED e inmunología respectivamente, con énfasis en el reemplazo de componentes y calibraciones necesarias. Esta semana estuvo marcada por un enfoque diligente en el mantenimiento y la optimización de equipos médicos clave para garantizar su funcionamiento óptimo y la calidad de los servicios de atención médica.

##### 4.4.3. DESARROLLO

Durante esta semana, se enfocó en una serie de actividades de mantenimiento preventivo en equipos médicos en diversas ubicaciones. Se destacó la visita a la clínica Oncología Integral para el mantenimiento del equipo de hematología Norma Icon 5, donde se realizó una limpieza profunda y se conectaron soluciones de limpieza. Además, se organizó y revisó almacenes en las Acacias, asegurando el suministro eficiente de equipos y componentes. En el Hospital Bendaña y el Hospital Cemesa, se realizaron mantenimientos preventivos en equipos de tecnología LED e inmunología, respectivamente, incluyendo reemplazo de componentes y calibraciones. Este enfoque diligente en el mantenimiento y la optimización de equipos médicos fue el centro de atención durante toda la semana.

Mantenimientos Preventivos:

- Mantenimiento preventivo del equipo de hematología Norma Icon 5 en la clínica Oncología Integral.
- Mantenimiento preventivo del Equipo B a 400 tecnología LED en el Hospital Bendaña.
- Mantenimiento preventivo del equipo de inmunología Architect Plus i1000SR en el Hospital Bendaña.
- Mantenimiento preventivo del equipo de inmunología Architect Plus i1000SR en el Hospital Cemesa

Se realizaron un total de 6 visitas durante la semana:

- Visita a la clínica Oncología Integral para el mantenimiento del equipo de hematología Norma Icon 5.
- Visita a los almacenes en las Acacias para organizar y revisar equipos y componentes.
- Organización del taller ubicado en el barrio Guamilito para mejorar el espacio de trabajo.
- Visita al Hospital Bendaña para el mantenimiento del Equipo B a 400 tecnología LED.
- Visita al laboratorio Bueso Arias para la limpieza de la nevera del Equipo C4000 Architect.
- Visita al Hospital Cemesa para el mantenimiento del equipo de inmunología Architect Plus i1000SR.

Dentro de las actividades realizadas en esta cuarta semana, consistió en 6 visitas en la semana y 4 mantenimientos preventivos, el 100% de las actividades fue de 10 actividades desarrolladas, las visitas representando un 60% de la totalidad de actividades y los mantenimientos preventivos representando un 40% (Ver Ecuación #5 y #6).

$$\frac{6 \text{ visitas realizadas en la semana}}{10 \text{ actividades totales en la semana}} \times 100 = 60\%$$

#### **Ecuación #5. Ecuación porcentaje de visitas en la semana 4**

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{4 \text{ MP realizados en la semana}}{10 \text{ actividades totales en la semana}} \times 100 = 40\%$$

#### **Ecuación #6. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 4**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7. Indicadores de Semana 4**

<b>Indicadores</b>	<b>Valor (Cantidad de veces que se realizó)</b>
<b>Visitas realizadas</b>	6
<b>Mantenimientos Preventivos</b>	4

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.4. ANEXOS



**Anexo 26. Norma equipo hematología**

Fuente: Elaboración Propia



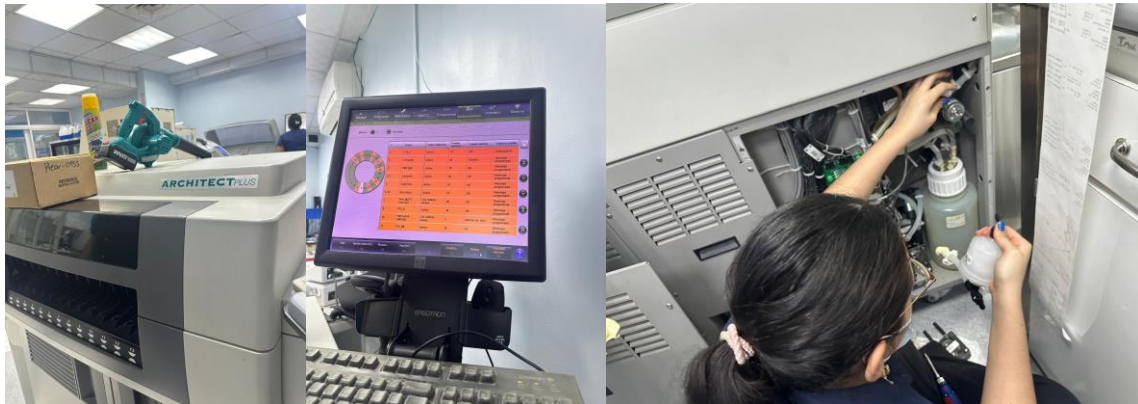
**Anexo 27. Almacén Las Acacias**

Fuente: Elaboración Propia



### **Anexo 28. Mantenimiento Preventivo BA400**

Fuente: Elaboración Propia



### **Anexo 29. Mantenimiento Preventivo i1000 SR – Bendaña**

Fuente: Elaboración Propia



### **Anexo 30. Mantenimiento Preventivo i1000 SR – Cemesa**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 8. Bitácora de actividades Semana 4**

Semana 4					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
Día 1	6/5/2024	<p>El día lunes se realizó una visita a la clínica Oncología Integral, para realizar el mantenimiento preventivo del equipo de hemtología Norma icon 5. se realizó una limpieza profunda en los glóbulos blancos se usó guantes protectores de caucho se preparó una botella de solución de limpieza profunda de WBC al analizador. se usó el juego de tubos de drenaje para conectar la solución de limpieza profunda de WBC al analizador. el juego de tubos de drenado consistió de dos partes un tubo ramificado y un tubo largo recto. se cerró la abrazadera del tubo luego se retiró el tubo de aspiración después de esto se presionó iniciar para empezar el proceso de drenaje del tubo. Se conectó uno de los extremos del tubo de drenaje largo al conector de reactivo diluyente en el analizador y se puso el otro extremo dentro de limpiador. se conectó de nuevo el tu aspiración al finalizar en el reactivo de diluyente al conector metálico del analizador y y se abrió la abrazadera del tubo se presionó Start para comenzar el proceso final y se enjuagó el tubo luego del drenaje con agua.</p>	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	El mantenimiento preventivo fue exitoso y se realizó en alrededor de una hora y media

<p><b>Día 2</b></p>	<p>7/5/2024</p>	<p>Se retiraron algunas piezas que se necesitaban para el Cell dyn Ruby, este día fue mayormente enfocado a la visita de los almacenes en las Acacias en este almacén guardan Equipo nuevo y componentes caducados es un almacén bastante grande y se visita este cuando no hay componentes en el almacén principal en plaza Santa Mónica también el día martes se organizó el taller que se ubica en barrio Guamilito con el fin de tener un espacio de trabajo más cómodo</p>	<p>8am - 5pm</p>	<p>Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza</p>	<p>Cuándo se retiraron los componentes para el equipo de hematología fue asignado a mí y aprendí a sacar órdenes de componentes en almacén</p>
<p><b>Día 3</b></p>	<p>8/5/2024</p>	<p>Se realizaron conexiones en el equipo de hematología Ruby ya para entrar como dato al mercado. Se realizó visita al Hospital Bendaña dónde estaba programado un mantenimiento preventivo del Equipo B a 400 tecnología LED se realizó limpieza interna y externa Y se realizaron verificaciones y calibraciones mecánicas y eléctricas. también se realizó una visita a laboratorio bueso arias en este se realizó una limpieza de la nevera del Equipo C4000 Architect.</p>	<p>8am - 5pm</p>	<p>Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza</p>	<p>Realicé mi primer mantenimiento preventivo de un equipo que no había visto antes en el Hospital Bendaña</p>

<b>Día 4</b>	9/5/2024	Se visitó nuevamente el Hospital Bendaña para el mantenimiento del equipo de inmunología architect plus i1000sr, se realizó limpieza interna y externa del equipo con un soplador eléctrico se realizó el cambio de tres componentes del equipo, la marca del equipo proporciona una caja llamada P.M. kit, kit cuenta con los tres componentes que se deberían de cambiar a la hora de realizar un mantenimiento preventivo se cambiaron	8am - 6pm	Ing. Andre y Kristel Carranza	El día de hoy fue mi primer mantenimiento preventivo en el equipo de inmunología i 1000 SR

		<p>mangueras bombas peristálticas y bombas de vacío, también se realizaron verificaciones y calibraciones mecánicas y de software, se realizó purgación de líquidos ya que se abrieron componentes en la parte trasera y se llenaron de aire. de igual manera para realizar toda la limpieza interna del equipo se tuvieron que retirar todos los reactivos que habían en la nevera se trasladaron a un cuarto frío con el fin de que no perdieran su temperatura de dos a 8 °C ya al final del mantenimiento se encendió el equipo y se presentó una alarma de temperatura alta alta en las tarjetas controlaras del motor pero una alarma normal cuando se va encendiendo el equipo ya que se ha calentado eventualmente la alarma se quitó porque la temperatura del Equipo volvió a la normalidad.</p>			
--	--	--	--	--	--

<p><b>Día 5</b></p>	<p>10/5/2024</p>	<p>El día viernes durante el día no hubo muchos llamados de parte de clínicas laboratorios u hospitales de San Pedro Sula. Pero se tenía programado el mantenimiento preventivo del equipo de inmunología i 1000 Sr architect, el mismo de ayer, pero en el Hospital Cemesa. en esta ocasión ya había realizado el mantenimiento preventivo el día anterior con la ayuda de un compañero el Inge Andre, el día de hoy yo realicé el reemplazo de los tres componentes de la parte de atrás del equipo la bomba peristáltica mangueras y bombas de vacío, y las respectivas limpiezas con la sopladora en esa sección de atrás, mientras la Inge Arévalo realizaba el mantenimiento en la parte de enfrente y dentro del Equipo, juntas realizamos la verificación y calificaciones respectivas del mismo.</p>	<p>8am – 8pm</p>	<p>Ing. Aylin Arevalo y Kristel Carranza</p>	<p>en esta ocasión fue mucho más rápido realizar el mantenimiento ya que nos dividimos las tareas</p>
---------------------	------------------	---	------------------	--	---

Fuente: Elaboración Propia

## **4.5. SEMANA 5: MAYO 13 – 17**

### 4.5.1. OBJETIVOS

- Mantenimiento y Solución de Problemas en Equipos Médicos
- Abastecimiento y Preparación de Equipos para Transporte
- Logística y Preparación de Espacios para Entrenamiento

### 4.5.2. INTRODUCCIÓN

Durante esta semana, el equipo se dedicó a abordar una serie de desafíos y tareas clave en el ámbito del mantenimiento y la optimización de equipos médicos. Desde la resolución de problemas específicos en diversos laboratorios hasta la preparación de nuevos equipos para su transporte y la organización de espacios para futuros entrenamientos, cada actividad fue llevada a cabo con meticulosidad y compromiso. Se destacaron las visitas a los laboratorios Bueso Arias para resolver problemas reportados en equipos médicos, la gestión del abastecimiento de reactivos para un nuevo equipo y la logística para la preparación de espacios de entrenamiento. A lo largo de la semana, el equipo demostró su capacidad para abordar eficazmente una variedad de desafíos en el campo de la tecnología médica.

### 4.5.3. DESARROLLO

Durante esta semana, se mantuvo activo el trabajo abordando una variedad de actividades relacionadas con el mantenimiento y la optimización de equipos médicos. Se destacaron las visitas a los laboratorios Bueso Arias para resolver problemas específicos, como sonidos agudos y errores en el funcionamiento de equipos como LITY y Alinity. Además, se gestionó con éxito el abastecimiento de reactivos necesarios para un nuevo equipo, el Cell Dyn Emerald, en preparación para su transporte a la Ceiba. También se llevó a cabo la organización del espacio del taller, incluida la adquisición de una mesa corporativa y la preparación para el almacenamiento y estudio de un nuevo equipo. Cada actividad fue realizada con meticulosidad y atención al detalle, asegurando el funcionamiento óptimo de los equipos y contribuyendo al avance continuo en la prestación de servicios de salud de calidad.

Se realizaron un total de cuatro visitas durante la semana:

- Visita al laboratorio Bueso Arias para resolver problemas reportados.
- Visita al almacén para el abastecimiento de reactivos.
- Visita al laboratorio Bueso Arias para resolver problemas adicionales.
- Visita al almacén de las Acacias para la preparación del espacio de trabajo.

Las actividades realizadas de esta quinta semana representaron un 57,14% de visitas realizadas a clínicas, hospitales y laboratorios y el otro 42,85% fueron destinadas a la resolución de problemas (Ver Ecuación #7 y #8).

$$\frac{4 \text{ Visitas realizadas en la semana}}{7 \text{ Número del total de actividades en la semana}} \times 100 = 57,14\%$$

**Ecuación #7. Ecuación porcentaje de actividades como visita en la semana 5**

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{3 \text{ actividades de resolución de problemas en la semana}}{7 \text{ Número del total de actividades en la semana}} \times 100 = 42,85\%$$

**Ecuación #8. Ecuación porcentaje de actividades en resolución de problemas en la semana**

5

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 9. Indicadores de Semana 5**

<b>Indicadores</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Visitas realizadas</b>	4	57,14%
<b>Resolución de problemas</b>	3	42,85%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 10. Bitácora de actividades Semana 5**

<b>Semana 5</b>					
<b>Fecha</b>		<i>Descripción de actividad</i>	<i>Horas</i>	<i>Responsables</i>	<b>Observaciones/ Conclusiones</b>
<b>Día 1</b>	13/5/2024	<p>El día lunes se realizó una visita en laboratorio bueso arias ya que se había reportado un sonido agudo se dio inicio inspeccionando el área proveniente del sonido se identificó el componente y se determinó que faltaba lubricación se utilizó un lubricante Dynatex Para aplicar un poco dentro del mismo. de igual manera se realizó un lavado manual de las cubetas utilizando un detergente A algodón agua destilada guantes y un recipiente limpio y sin residuos para sumergir el segmento de cubetas</p>	8am - 5pm	<p>Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza</p>	<p>el retiro de este componente eventualmente resultó en otros errores de aspirado en el Equipo al momento del retiro de la bomba</p>

<b>Día 2</b>	13/5/2024	<p>El día martes fuimos a almacén a buscar reactivos para un equipo nuevo Cell Dyn Emerald, se necesitaba lisante y reactivo de limpieza. El equipo de vía estar listo para transportar hacia la Ceiba pero primero se realizaron algunas verificaciones se procedió a cebar el equipo se llevó alrededor de cinco veces se colocó un recipiente de desechos para hacer algunas pequeñas pruebas en el Equipo y se conectaron los reactivos se hicieron algunos Backgrounds en el Equipo con el fin de confirmar que el equipo estaba funcional para brindarlo como dato al cliente de la ceiba.</p>	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	<p>Yo realicé todas las calibraciones y verificaciones del equipo y de igual manera empaqué el equipo para que estuviese listo para envío.</p>
--------------	-----------	--	-----------	------------------------------------	--

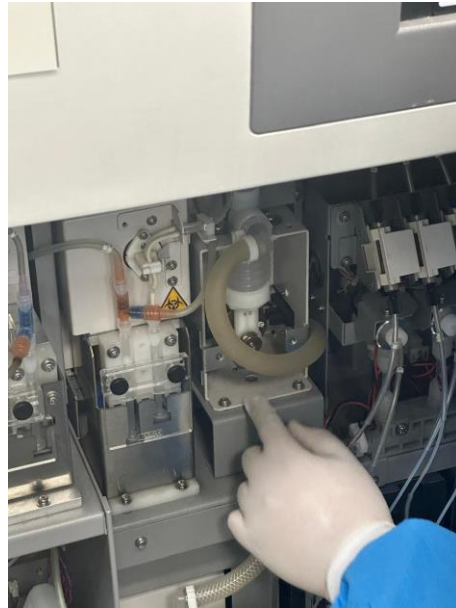
<p><b>Día 3</b></p>	<p>15/5/2024</p>	<p>El día miércoles por la mañana se inició buscando algunos componentes para el Alinity en almacén, ya que se le daría su mantenimiento preventivo por la tarde, el mantenimiento preventivo dura alrededor de cuatro horas, pero puede prolongarse. Durante el día se visitó el taller y se armaron algunas mesas para tener listo el taller porque se dará un entrenamiento la semana que viene de un equipo nuevo que ingresó. Para realizar el mantenimiento preventivo del Alinity se visitó e laboratorio Bueso arias, se quitaron las tres compuertas se realizó limpieza externa e interna se hizo cambio de la sonda de aspiración, se tuvo que calibrar la sonda para que no pegara en ninguno de los extremos del componente de perforación, se hizo cambio de una manguera en una válvula check, Se inspeccionó y se lavó el recipiente de desechos, de igual manera manualmente se tuvo que inspeccionar el ensamblaje de dónde se dispensa la aspiración aseguran de qué los cables y las tuberías no estuvieran restringiendo durante el movimiento y si restringida se debía cambiar el orden de los cables. Cuando ya se estaba por terminar terminar todo el mantenimiento preventivo el equipo presentó un error y no lograba inicializar se apagó el equipo y se revisaron las válvulas una de las válvulas hacía falso contacto se reconecto y el equipo logró inicializar. Luego se presentó otro error y era en la sonda de aspiración no lograba bajar libremente y cuando se ingresaban los</p>	<p>8am - 2:30am</p>	<p>Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza</p>	<p>Ese día entendí muchas cosas y aprendí mucho sobre el Equipo de hematología Alinity, y es uno de mis equipos favoritos hasta el momento ya que de tanto errores que se le han prestado ahora ya se arreglar algunos</p>
---------------------	------------------	---	---------------------	---	--

		<p>valores no los guardaba y seguía chocando. en esto fue lo que se llevó más tiempo ya que cuando la sonda pegaba a pesar de que es muy sensible y flexible se doblaba y perdía su forma natural debía estar completamente recta. Se reemplazó la sonda nuevamente pero los valores de calibración seguían sin guardarse a veces se guardaban y a veces no, se tuvo que contactar a alguien de fábrica pero cada vez se hacía más tarde ya que se trataba de encontrar el error en alguno de los manuales, todo sugerían calibrarlo desde la robótica del brazo del componente pero el problema es que los valores que se ingresaban no se guardaban.</p>			
<b>Día 4</b>	16/5/2024	<p>El día jueves se visitó nuevamente laboratorio bueso arias, ya que la LITY había presentado el mismo error del día anterior, errores en el eje de la sonda, se volvieron a ingresar los valores se guardaron y el equipo quedó operativo, el error se presentó porque el Equipo había quedado sin reactivo y se perdieron algunas configuraciones.</p>	9am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Se solucionó el error y la sonda bajaba libremente sobre su propio eje Z

<p><b>Día 5</b></p>	<p>17/5/2024</p>	<p>El día viernes se visitó el almacén de las Acacias (Ver Anexo #) para retirar una mesa corporativa que se colocaría en el taller para el entrenamiento de la semana próxima igualmente se retiró del equipo nuevo que se estaría estudiando. de igual manera se volvió a visitar el laboratorio Bueso arias esta vez con un error en el Alinity, Pero no era error en el eje de la sonda, sino que un error 3466 que reflejaba sonda de aspiración de tubos abiertos bloqueada por una obstrucción o un tapón de tubo y un error 3469 siendo este el error de aspiración de muestras y detectó una muestra con volumen bajo. En realidad, la muestra no tenía un volumen bajo ni tenía tapón era un error en la sonda ya que la sonda no bajaba lo suficiente, se intentó calibrar mediante el brazo robótico cambiando el valor de la punta expuesta pero no era éste el valor que se debía cambiar y no se lograba encontrar el valor correcto de la sonda para que bajara en modo abierto. Este problema se reportó hasta el día de hoy porque tenían sin utilizar el modo abierto desde hace semanas.</p>	<p>8am – 5:30pm</p>	<p>Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza</p>	<p>Este error muy probablemente estaba hace semanas, pero como hasta hoy utilizaban el modo abierto hasta hoy lo reportaron. Problema se atendió de 11 de la mañana a cuatro de la tarde ya que no se había podido almorzar nos retiramos a almorzar para poder seguir retomando el problema, no se logró encontrar en ese momento la solución se tuvo que contactar a proveedor</p>
---------------------	------------------	--	-------------------------	---	--

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5.4. ANEXOS



**Anexo 31. Bomba Architect C4000**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 32. Cell Dyn Emerald**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 33. Reactivos Equipo Emerald**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 34. Alinity Laboratorio Bueso Arias**

Fuente: Elaboración Propia

## **4.6. SEMANA 6: MAYO 20 – 24**

### 4.6.1. OBJETIVOS

- Extraer equipo de Maccura de los almacenes de Prodylab.
- Recibir capacitación de ingeniero de la marca Maccura en esta semana 6 en el taller de Prodylab.
- Realizar pruebas y retroalimentación de lo aprendido del nuevo ingreso del equipo de hematología.

### 4.6.2. INTRODUCCIÓN

Esta semana se llevó a cabo una intensa capacitación sobre el Analizador de Hematología F880 de la marca Maccura, dirigida por un experto que vino desde Colombia. La formación incluyó una introducción a conceptos clave, el ensamblaje y la instalación del equipo, así como la revisión de parámetros necesarios para su funcionamiento. Se realizaron pruebas con muestras de sangre para observar y comparar resultados, y se proporcionaron materiales informativos sobre el uso y las características del analizador. La capacitación también cubrió el mantenimiento y la operación del equipo, incluyendo la inspección, el análisis de control de calidad y los procedimientos de apagado. Además, se atendieron llamadas de servicio técnico, destacando la resolución de una fuga en la estación de lavado del Hospital Bendaña. La semana concluyó con un examen sobre el equipo y la comprobación del funcionamiento de otros dispositivos en el taller de Prodylab.

### 4.6.3. DESARROLLO

Durante la semana 6, se llevaron a cabo diversas actividades centradas en la capacitación y el servicio técnico. Se dedicaron un total de 32 horas a la capacitación sobre el Analizador de Hematología F880 de la marca Maccura, proporcionando a los participantes una comprensión profunda de los conceptos clave y el funcionamiento del equipo. La capacitación incluyó el ensamblaje del equipo, la instalación de reactivos, la realización de pruebas con muestras de pacientes y el mantenimiento de rutina. Además, se distribuyeron materiales educativos para reforzar el aprendizaje.

Paralelamente, se atendieron tres llamados de servicio técnico, destacando la respuesta rápida y eficaz del equipo ante los problemas presentados en el Hospital Bendaña y otros centros. Estas intervenciones incluyeron la solución de una fuga en la estación de lavado y la comprobación del funcionamiento del Cell Dyn Ruby en el taller de Prodylab. Estas actividades no solo aseguraron el correcto funcionamiento de los equipos, sino que también fortalecieron la capacidad técnica del personal para manejar y mantener tecnologías médicas avanzadas.

**Tabla 11. Indicadores de Semana 6**

<b>Indicadores</b>	<b>Valor</b>
<b>Horas dedicadas a capacitación</b>	32

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 12. Bitácora de actividades Semana 6**

Semana 6					
Fecha		Descripción de actividad	Horas	Responsables	Observaciones/ Conclusiones
<b>Día 1</b>	20/5/2024	<p>El día lunes se dio inicio a la semana de capacitación del Analizador de Hematología F880 de la marca Maccura. Nos visitó la persona que nos daría la capacitación, que vino desde Colombia. Este día se les dio introducción a conceptos clave que nos ayudaría entender mejor el cómo funciona el equipo y algunas de sus características.</p> <p>También se armó el equipo superficialmente, algunas piezas que necesitaban ensamblarse. Se mencionaron algunos parámetros necesarios para el chequeo de pre - instalación. De igual manera, se logró observar un poco el equipo desde su exterior y nos enseñaron cómo ensamblar el reservorio de desechos por medio de una rosca a la manguera de desechos. También durante el día alrededor de las 4pm se recibió un llamado por parte del Hospital Bendaña al cuál se debió asistir. El error presentaba una fuga en la estación de lavado, y en efecto había un poco de corrosión abajo de la misma. Se solucionó un poco tarde el error de la fuga, se le dio una limpieza externa e interna al equipo.</p>	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Se solucionó un poco tarde el error de la fuga, se le dio una limpieza externa e interna al equipo.

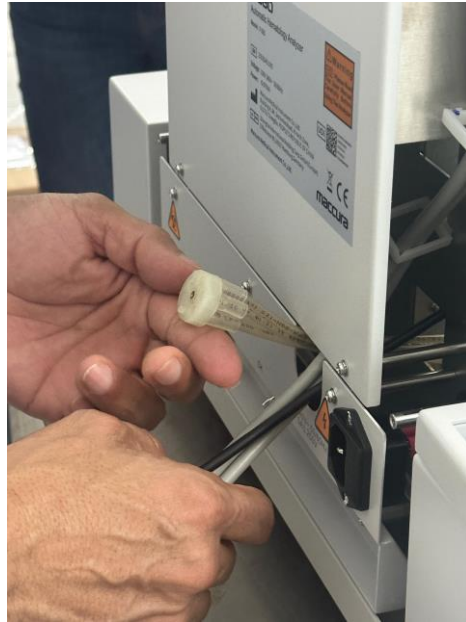
<b>Día 2</b>	21/5/024	<p>El día martes se visualizó más de cerca el equipo, se vio más que todo conceptos relacionados con el lisante y el diluyente del equipo, de igual manera el cómo se colocaban los reactivos en el equipo. Así mismo, al estar listo la colocación de los reactivos en el equipo, se buscó realizar una prueba con muestras de pacientes en el equipo para ver el funcionamiento del mismo. Cabe destacar que la capacitación fue realizada en San Pedro Sula, donde de igual manera nos visitó la sede de Tegucigalpa para completar la semana de capacitación con nosotros. Ya que se necesitaban muestras, la doctora microbióloga de Tegucigalpa nos sacó una muestra de sangre a algunas personas que nos ofrecimos. Logramos observar los resultados en el equipo, integral, gráficos, e incluso comparación de resultados.</p>	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	<p>Este día fue muy interesante ya que, logré apreciar cómo funcionaba un equipo como el F880, el mecanismo de este es muy avanzado y me gustó mucho la rapidez con la que trabaja.</p>
--------------	----------	--	-----------	------------------------------------	---

<p><b>Día 3</b></p>	<p>22/5/2024</p>	<p>El día miércoles, se nos pasó una hoja sobre el analizador de hematología, donde se compartían algunas especificaciones del equipo, como el uso intencionado del equipo, algunas precauciones, y algunas características de desempeño. También se nos proporcionó una cartilla de cómo opera el equipo, con paso a paso, siendo el primer paso una inspección antes del inicio, luego seleccionar Startup, luego realizar la colocación de los reactivos, realizar un análisis de control de calidad, hacer un test de las muestras y luego apagar (Ver Anexo #). También vimos las tarjetas del equipo desde la parte superior, para aprender donde estaba ubicada cada una.</p>	<p>8am - 5pm</p>	<p>Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza</p>	<p>Fue un día más que todo para analizar el comportamiento del equipo.</p>
<p><b>Día 4</b></p>	<p>23/5/2024</p>	<p>El día jueves, se continuó viendo parámetros y características del funcionamiento del equipo F880. Específicamente el cómo procesa distintas pruebas de blancos y plaquetas. desafortunadamente no se pudo seguir trabajando ya que hubo un corte eléctrico programado por parte de la ENEE después de la 1pm.</p>	<p>8am - 5pm</p>	<p>Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza</p>	<p>La capacitación ha sido fructuosa y de verdad siento que he aprendido sobre el funcionamiento del F880 y todas sus ventajas comparándolo con otros equipos del mercado.</p>

<b>Día 5</b>	24/5/2024	En la mañana del viernes, se concluyó la capacitación con la elaboración de un pequeño examen sobre el equipo de Maccura. Después del mediodía se procedió a la comprobación del funcionamiento del Cell Dyn Ruby del taller de Prodylab para potencialmente ofrecerlo a un cliente.	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	El viernes logré ver una parte del proceso de cómo se van ofreciendo equipo se retiran de otras áreas de trabajo porque no se les da el uso, y cómo se ofrece a alguien más como dato.
--------------	-----------	--	-----------	------------------------------------	--

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.6.4. ANEXOS



**Anexo 35. Manguera de desechos equipo F880 Maccura**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 36. Corrosión equipo i1000SR Hospital Bendaña**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 37. Toma de muestras de capacitación Maccura**

Fuente: Elaboración Propia

## **4.7. SEMANA 7: MAYO 27 – 31**

### 4.7.1. OBJETIVOS

- Completar la instalación de los dos equipos Abbot i1000SR en el Laboratorio Bueso Arias, asegurando que todos los componentes y conexiones estén correctamente montados y operativos
- Atender y solucionar los errores presentados en el equipo Cell-Dyn Ruby del Hospital del Valle, incluyendo la limpieza de la Flow Cell y la realización de pruebas de calidad para asegurar el correcto funcionamiento del equipo
- Realizar el mantenimiento preventivo programado de los equipos Cell-Dyn Emerald y A15 en la Clínica Murillo, asegurando el cambio de componentes necesarios y la realización de pruebas de precisión y limpieza para mantener la eficiencia y fiabilidad de los equipos.

### 4.7.2. INTRODUCCIÓN

Durante la semana del 27 al 31 de mayo, se desarrollaron una serie de actividades técnicas y de mantenimiento en laboratorios y hospitales, enfocadas en la instalación, optimización y retiro de equipos médicos. Este período estuvo marcado por una atención especializada en resolver problemas técnicos, realizar mantenimientos preventivos y garantizar el funcionamiento óptimo de los dispositivos, contribuyendo así a la eficiencia y fiabilidad de los servicios de salud.

### 4.7.3. DESARROLLO

se llevaron a cabo diversas actividades técnicas y de mantenimiento en varios laboratorios y hospitales. Se comenzó con la instalación de dos equipos Abbot i1000SR en el Laboratorio Bueso Arias, ensamblando y conectando todos los componentes necesarios para su correcto funcionamiento. También se atendió una llamada del Hospital del Valle para solucionar un error en el equipo Cell-Dyn Ruby, realizando la limpieza de la Flow Cell y verificando su precisión con pruebas de ganancias. Además, se llevaron a cabo mantenimientos preventivos en la Clínica Murillo, donde se trabajó en los equipos Cell-Dyn Emerald y A15, cambiando componentes y realizando pruebas de precisión y limpieza. Finalmente, se retiró un equipo Vitek 2 Compact del

Hospital Mario Catarino Rivas debido a su desuso, asegurando que todos sus accesorios fueran correctamente desmontados y transportados.

Las actividades elaboradas esta semana consistieron en instalación de equipos, mantenimientos correctivos, mantemientos preventivos y retiro de equipos obsoletos, esto representando el 33,3% en instalación de equipos en la semana, 16,67% en mantenimientos correctivos, 33,3% en preventivos y 16,67% en retiro de equipos obsoletos, con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Actividad realizada}}{6 \text{ actividades totales realizaddas en la semana}} \times 100 = \%$$

**Ecuación #9. Ecuación porcentaje de actividades realizadas en la semana 7**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 13. Indicadores de Semana 7**

<b>Indicadores</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Número de equipos instalados</b>	2	33,3%
<b>Mantenimientos correctivos</b>	1	16,67%
<b>Realización de mantenimientos preventivos</b>	2	33,3%
<b>Retiro de equipos obsoletos</b>	1	16,67%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 14. Bitácora de actividades Semana 7**

<b>Semana 7</b>				
<b>Fecha</b>	<i>Descripción de actividad</i>	<i>Horas</i>	<i>Responsables</i>	<b>Observaciones/ Conclusiones</b>
<b>Día 1</b> 27/5/2024	Se realizó visita al Laboratorio Bueso Arias para la instalación de dos equipos de la marca Abbot, i1000SR. Se comenzó abriendo todos los componentes almacenados en las cajas. Se montó todo lo que se necesitaba para armar el brazo del monitor, se hicieron las conexiones hacia el CPU del equipo y al instalar esa parte exterior, nos movimos al interior. Se instaló dentro del equipo el recipiente para celdillas, las sondas de la estación de lavado y la sonda principal	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Se dejaron instalados ambos equipos.
<b>Día 2</b> 28/5/024	Se realizó visita debido a un llamado por parte del Hospital del Valle por el equipo Cell - Dyn Ruby. Presentaba error de asteriscos en los resultados de los pacientes. Para eliminar el error se limpió la Flow Cell del equipo con una jeringa con cloro, y se hicieron cuatro	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Terminó el día con esa última visita y los ingenieros tuvieron que regresar en la noche al Hospital del Valle porque seguía con la misma alerta de asteriscos.

		<p>backgrounds. De igual manera se visitó JOEL, tienda que distribuye batería, buscando la batería backup para el equipo de hematología Alinity que se encuentra en Laboratorio Bueso Arias. En el hospital del Valle había quedado pendiente tirar ganancias lo cual se hizo en la tarde de este mismo día. Se tiraron ganancias de 5.0 um, 3.3 um y 7.0 um. En la tarde también se visitó el Laboratorio Bueso Arias para tirar algunos backgrounds, se tiraron 20 y todo funcionaba bien, solo se realizó por cuestiones de calidad del equipo y de que estuviera trabajando bien.</p>			
<b>Día 3</b>	29/5/2024	<p>Se visitó el Laboratorio Bueso Arias con el objetivo de instalar los softwares del sistema de Architect, pero se presentó un error con el Bit Locker del computador, se tuvo que llamar a fábrica y esperar respuesta. Fuimos a almacén a buscar un repuesto para el Alinity que era necesario cambiar, un Duck Bill y una bomba de diafragma. Se visitó</p>	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	No se resolvió el problema con el Bit Locker del computador, se continuó en la noche

		nuevamente el Hospital del valle para tirar ganancias porque el día de ayer no se tenía controles a mano, se tiraron ganancias otra vez y todo salió bien			
<b>Día 4</b>	30/5/2024	<p>El día jueves, se visitó la Clínica Murillo, para realizar el mantenimiento preventivo programado de dos equipos, del Cell - Dyn Emerald y un A15. Yo me encargué de asistir a ambos ingenieros, el ingeniero Kevin y el ingeniero André.</p> <p>Era mi primer mantenimiento en el Emerald, se inició con pruebas externas y de software, pero se notó que el estado del sistema de manguera no era el más óptimo, así que se decidió cambiar los anillos de silicón. También se lubricaron las válvulas por su movimiento arriba y hacia abajo y fuera lo más sensible posible. En el A15, se hizo el cambio de la tarjeta de la sonda, pero se dejó la sonda que ya tenía. Se elaboraron pruebas de precisión de la sonda, pruebas de aspiración y backgrounds. En el Emerald se realizó limpieza y cambio de los empaques.</p>	8am - 6pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Fue un mantenimiento bastante extenso porque el equipo Emerald comenzó a gotear, y es por eso que se cambiaron los empaques y eso tomó mucho tiempo.

<p><b>Día 5</b></p>	<p>31/5/2024</p>	<p>El viernes se visitó el Hospital Mario Catarino Rivas, para el retiro de un equipo de Bacteriología, Vitek 2 Compact, se hizo el retiro porque el hospital ya no le daba el uso que ProdyLab necesitaba, porque el equipo estaba como dato. Se retiró el equipo, la UPS, el monitor y todos sus accesorios. Luego, tuvo que retirarse una válvula Pinch para el alinity del almacén, que debía cambiarse en Laboratorio Bueso Arias, la válvula que se cambió era la número de 13.</p>	<p>8am - 5pm</p>	<p>Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza</p>	<p>Después de cambiar la válvula se hicieron catorce backgrounds, para asegurarse que el equipo estuviera trabajando adecuadamente.</p>
---------------------	------------------	---	------------------	---	---

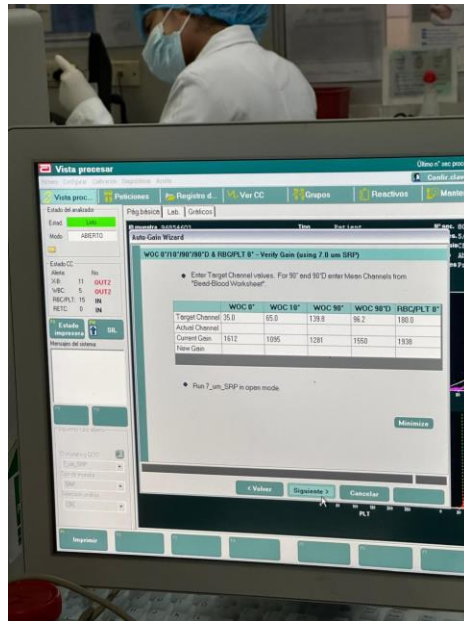
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.7.4. ANEXOS



**Anexo 38. Instalación de dos Architech i1000SR Laboratorio Bueso Arias**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 39. Ganancias en Cell - Dyn Ruby Hospital del Valle**

Fuente: Elaboración Propia

## **4.8. SEMANA 8: JUNIO 03 – 07**

### 4.8.1. OBJETIVOS

- Realizar el mantenimiento necesario en equipos como el Vitek de bacteriología y el Cell-Dyn Ruby, incluyendo la inspección, lubricación y cambio de piezas requeridas para garantizar su óptimo funcionamiento.
- Proporcionar actualización del equipo F880 de la marca Maccura y la participación en el conversatorio "Terminé la práctica, ¿qué me espera?" en UNITEC, con el objetivo de mejorar las habilidades del personal y estudiantes.
- Realizar pruebas de comprobación y medición de precisión en el Cell-Dyn Ruby.

### 4.8.2. INTRODUCCIÓN

En la semana del 3 al 7 de junio, se realizaron diversas actividades destinadas a mantener el funcionamiento óptimo de equipos médicos y mejorar las habilidades del personal. Esta sección detalla las acciones llevadas a cabo durante este período, que incluyen el mantenimiento de equipos como el Vitek de bacteriología y el Cell-Dyn Ruby, la actualización del equipo F880 de la marca Maccura, así como la participación en un conversatorio sobre las expectativas laborales post-práctica en UNITEC.

### 4.8.3. DESARROLLO

Durante la semana del 3 al 7 de junio, se llevaron a cabo una serie de actividades destinadas a garantizar el mantenimiento y funcionamiento óptimo de equipos médicos, así como la capacitación del personal y la realización de pruebas de precisión. Se realizaron tareas de inspección y lubricación en el equipo Vitek de bacteriología, así como la instalación de actualizaciones en el equipo F880 de la marca Maccura. Además, se participó en un conversatorio sobre las expectativas laborales después de finalizar la práctica, con el objetivo de mejorar las habilidades del personal y los estudiantes. Asimismo, se llevaron a cabo pruebas de comprobación y medición de precisión en el equipo Cell-Dyn Ruby, con el fin de garantizar la exactitud de los resultados.

Las actividades de esta semana 8 consistieron en 5 actividades en total, representando un 20% en conversatorios atendidos, otro 20% en actualizaciones de software y un 60% en lugares visitados durante la semana (Ver Ecuación 9, 10 y 11).

$$\frac{1 \text{ conversatorio en la semana}}{6 \text{ actividades totales}} \times 100 = 20\%$$

**Ecuación #9. Ecuación porcentaje de actividades en conversatorios en la semana 9**

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{1 \text{ actualización de software en la semana}}{6 \text{ actividades totales}} \times 100 = 20\%$$

**Ecuación #10. Ecuación porcentaje de actividades en actualización de softwares en la semana 9**

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{3 \text{ lugares visitados en la semana}}{6 \text{ actividades totales}} \times 100 = 60\%$$

**Ecuación #11. Ecuación porcentaje de actividades en visitas en la semana 9**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 15. Indicadores de Semana 8**

<b>Indicadores</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Conversatorios atendidos</b>	1	20%
<b>Actualización de softwares</b>	1	20%
<b>Lugares visitados</b>	3	60%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 16. Bitácora de actividades Semana 8**

<b>Semana 8</b>					
<b>Fecha</b>		<i>Descripción de actividad</i>	<i>Horas</i>	<i>Responsables</i>	<b>Observaciones/ Conclusiones</b>
<b>Día 1</b>	3/6/2024	Se inició el día analizando todos los componentes del equipo Vitek de bacteriología que se retiró del Hospital Mario Catarino Rivas. De igual manera, se visitó el Laboratorio Bueso Arias para la inspección de 3 válvulas y que se encontraran debidamente lubricadas.	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	De tres válvulas en LBA, una nada más se encontraba con poca lubricación, pero la suficiente por lo que se dejó así.
<b>Día 2</b>	4/6/2024	Se realizó mantenimiento de 5 años al equipo Vitek en el taller de ProdyLab, con el fin de mejorar algunos aspectos para su posterior traslado a CDC. Se utilizó un Kit que contenía algunos tornillos que debían reemplazarse, ventiladores, y gomas. Se cambió la goma de unos engranajes de la parte frontal del equipo, y se cambiaron los 3 ventiladores. Se visitó Paper Depot, para la compra de unas llaves allen y un destornillador phillips delgado. El día martes de igual manera, se llevó a cabo el conversatorio "Terminé la práctica, ¿qué me espera?" en las instalaciones de UNITEC, donde asistieron 25	8am - 3pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Fue un día bastante productivo y fue mi primer mantenimiento al equipo Vitek. Logré ver todos sus componentes internamente.

		estudiantes a la jornada 1 y 20 estudiantes a la jornada 2.			
<b>Día 3</b>	5/6/2024	El día miercoles quedó a mi responsabilidad la instalación del equipo F880 de la marca Maccura de la cuál fue la capacitación recibida, de una versión 12 a una versión 15. Siguiendo los pasos de una guía de powerpoint, y con el detalle que algunas instrucciones estaban en mandarín, pude instalar la versión 15 al equipo.	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Para las traducciones de mandarín a español utilice la cámara de google translate para lograr esto.
<b>Día 4</b>	6/6/2024	El día jueves se desarrollaron pruebas de comprobación y medición de precisión en el Cell - Dyn Ruby del taller que eventualmente se llevará a Santa Rosa de Copán. Se realizaron las pruebas en modo abierto con una muestra de sangre del Hospital del Valle. Tambien aprovechando para	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Se tuvo que hacer la prueba dos veces debido a que a veces se presentaban errores de aspiración debido a la poca cantidad de sangre que se tenía. Se tuvo que conseguir más muestras de sangre.

		hacer la comparativa con el Cell - Dyn Ruby del HDV.			
<b>Día 5</b>	7/6/2024	El día viernes se visitó el hospital del valle para la adquisición de algunas muestras de sangre de pacientes que en sus resultados el equipo marcaba con un asterisco sus estudios. Estas 8 muestras se llevaron al Laboratorio Bueso Arias para la comparación de esas muestras en el mismo equipo de LBA. La diferencia era notoria más que todo en los resultados de los blancos del paciente (WBC) y las plaquetas (PLT).	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Se habló con fábrica y se determinó que se debe hacer una limpieza profunda en el equipo del HDV.

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.8.4. ANEXOS



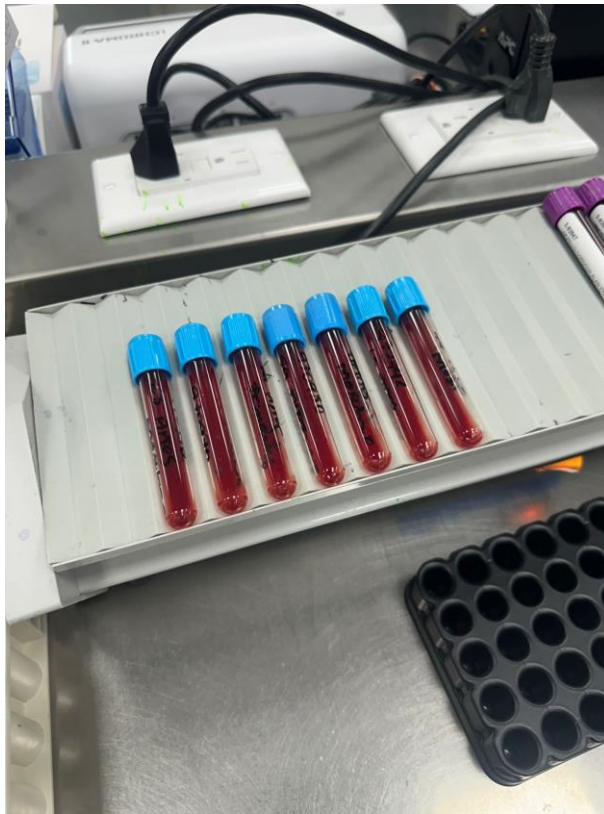
**Anexo 40. Verificación de lubricación de válvulas en Alinity Hq LBA**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 41. Mantenimiento preventivo en Vitek**

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo 42. Muestras de pacientes de HDV**

Fuente: Elaboración Propia

## **4.9. SEMANA 9: JUNIO 10 – 14**

### 4.9.1. OBJETIVOS

- Gestión de mantenimientos preventivos
- Preparación para traslado de equipos
- Optimización de datos en equipo Maccura

### 4.9.2. INTRODUCCIÓN

La semana 9 estuvo marcada por una dedicación intensa a los mantenimientos preventivos y correctivos en equipos médicos. Desde la programación meticulosa de los mantenimientos preventivos hasta la limpieza a fondo y verificación de funcionamiento de equipos como los Cell Dyn Ruby, cada día estuvo lleno de actividades enfocadas en garantizar el óptimo rendimiento y fiabilidad de los dispositivos.

### 4.9.3. DESARROLLO

Durante la semana, se priorizó la gestión meticulosa de mantenimientos preventivos y correctivos en diversos equipos médicos. Se inició el lunes con la programación de todos los mantenimientos preventivos planificados para junio, asegurando la conformidad con los estándares establecidos. Además, se llevó a cabo la limpieza exhaustiva y la verificación de funcionamiento de dos dispositivos Cell Dyn Ruby en el taller de Prodylab, preparándolos para su traslado posterior a otras instalaciones. El martes se destacó por el reemplazo de la válvula 3 del manifold del Cell Dyn Ruby en preparación para su envío a occidente, así como la ejecución del mantenimiento preventivo en el laboratorio Bueso Arias, donde se realizó una limpieza profunda con sopladora y pruebas de precisión. El miércoles se dedicó a asegurar la coherencia de los datos ingresados en el equipo Maccura, asegurando que operara dentro de los rangos establecidos por el fabricante. Con una carga de trabajo más ligera los días jueves y viernes, se enfocó en la limpieza y reubicación de equipos en Prodylab y la resolución de un problema de temperatura en el equipo i1000SR en CDC.

Las actividades que se realizaron en esta semana se desglosan entre mantenimientos preventivos, se desarrolló un mantenimiento preventivo, siendo estos el 20% de actividades elaboradas en la semana, un 20% de mantenimientos correctivos simbolizando una actividad, y el 60% de las actividades de la semana estuvieron enfocadas en el desarrollo de las tres limpiezas a equipos en el taller que saldrían de la ciudad (Ver Ecuación #12-#14).

$$\frac{1 \text{ MP en la semana}}{5 \text{ actividades totales}} \times 100 = 20\%$$

**Ecuación #12. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 9**

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{1 \text{ MC en la semana}}{5 \text{ actividades totales}} \times 100 = 20\%$$

**Ecuación #13. Ecuación porcentaje de mantenimientos correctivos en la semana 9**

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{3 \text{ limpiezas a equipos en la semana}}{5 \text{ actividades totales}} \times 100 = 60\%$$

**Ecuación #14. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 9**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 17. Indicadores de Semana 9**

<b>Indicadores Tipo de Actividad</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Mantenimientos Preventivos</b>	1	20%
<b>Mantenimientos Correctivos</b>	1	20%
<b>Limpiezas a equipos en el Taller</b>	3	60%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 18. Bitácora de actividades Semana 9**

<b>Semana 9</b>					
<b>Fecha</b>		<i>Descripción de actividad</i>	<i>Horas</i>	<i>Responsables</i>	<b>Observaciones/ Conclusiones</b>
<b>Día 1</b>	6/10/2024	El día de hoy se inició el día ingresando todos los mantenimientos preventivos del mes de junio que estarían programados para hacer. Luego se procedió visitando el taller de Prodylab para la limpieza externa de dos Cell - Dyn Ruby y la comprobación de su funcionamiento adecuado con el fin de que queden listos para posterior traslado a otras instalaciones.	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Quedó pendiente realizar algunas pruebas previas a su traslado al cell - dyn ruby
<b>Día 2</b>	6/11/2024	El día martes se reemplazó la válvula 3 del manifold del Cell Dyn Ruby del taller de Prodylab para prepararlo para su posterior traslado a occidente. De igual manera, se visitó el laboratorio bueso arias para realizar el mantenimiento preventivo programado del Cell Dyn Ruby, se dio inicio expulsando todo el polvo dentro del equipo con ayuda de una sopladora, limpiezas con cloro internas en la flow cell y se realizaron pruebas de precisión.	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Los cell - dyn ruby quedaron listos para su debido traslado.

<b>Día 3</b>	6/12/2024	El día miércoles, se dedicó la tarde a ingresar los datos congruentes con los que trabaja el equipo Maccura en los datos de blancos, rojos, plaquetas y hematocritos. Con el fin que el equipo trabaje bajo los rangos y del fabricante establecidos.	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Se recopilaron los datos en el equipo y en una hoja de excel para mejor comprensión de los mismos.
<b>Día 4</b>	6/13/2024	El día jueves hubo una carga bastante leve de trabajo, se dedicó el día a limpieza del área de trabajo en el taller de ProdyLab y reubicación de los equipos para obtener un entorno más cómodo de trabajo.	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	El día jueves se preparó el área para trabajar los días posterior de una mejor manera.
<b>Día 5</b>	6/14/2024	El día viernes, de igual manera hubo una carga leve de trabajo, se visitó CDC por un error que se reportó de la temperatura del equipo de inmunología i1000SR, pero la temperatura se reestableció por si sola y no dio más problemas.	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	La temperatura se reestableció al ya tener un periodo de tiempo encendido el sistema de aire acondicionado.

## **4.10. SEMANA 10: JUNIO 17 – 21**

### 4.10.1. OBJETIVOS

- Realizar la actualización completa de los medidores de gases I-STAT en múltiples instalaciones hospitalarias para asegurar que todos los dispositivos estén operando con la última versión de software (A48).
- Resolver problemas técnicos específicos en equipos críticos como el reemplazo de fusibles y la reparación de alarmas en equipos de química clínica Abbott C4000, garantizando lecturas precisas y confiables.
- Ejecutar mantenimientos correctivos en equipos fundamentales como el analizador A15 y el sistema i1000SR Architect, asegurando su funcionamiento continuo y corrigiendo problemas identificados durante las visitas a diferentes centros de salud.

### 4.10.2. INTRODUCCIÓN

Durante la última semana, se llevaron a cabo diversas actividades centradas en el mantenimiento y la actualización de equipos médicos en varias instituciones de salud. Desde ajustes eléctricos y actualizaciones de software hasta mantenimientos correctivos en equipos especializados, cada día presentó desafíos únicos y soluciones técnicas para garantizar el funcionamiento adecuado de los dispositivos médicos.

### 4.10.3. DESARROLLO

Durante la semana, se enfocaron en diversas actividades para el mantenimiento y actualización de equipos médicos en varias instalaciones. El lunes estuvo dedicado exclusivamente a la actualización de los medidores de gases I-STAT en el Hospital del Valle y el Hospital Saludem, donde se tuvo que reemplazar baterías para completar las actualizaciones. El martes, en el Laboratorio Bueso Arias, se enfrentaron con problemas eléctricos en una cabina de Biobase, resueltos tras el reemplazo de un switch y un fusible quemado. El miércoles, se atendieron problemas de lectura en equipos químicos Abbott en el mismo laboratorio, solucionando el inconveniente con el cambio de puntas de lavado. El jueves implicó visitas al Hospital Bendaña y

Clínica Murillo para mantenimientos correctivos en equipos A15 y entrega de accesorios para el i1000SR Architect de Abbott en CDC. Finalmente, el viernes se destacó por la revisión del equipo Icon 5 en la Clínica de Oncología Integral, revelando desafíos relacionados con la compatibilidad de controles entre equipos.

Las actualizaciones de dispositivos representaron el 14.3% de las actividades totales, con tres dispositivos I-STAT actualizados exitosamente en diferentes hospitales, asegurando que estos equipos estén funcionando con la última versión de software (A48) y mejorando así su rendimiento y precisión.

Los mantenimientos correctivos constituyeron el 19.0% de las actividades. El equipo abordó problemas específicos en varios dispositivos críticos: en el Laboratorio Bueso Arias, se reemplazó un fusible quemado en una cabina de Biobase, permitiendo que volviera a funcionar; en la Clínica Murillo, se reparó un equipo A15 que estaba parado, garantizando su operatividad; en Cemesa, se actualizó el I-STAT y se reemplazó una manguera rota de la bomba peristáltica para evitar goteos y asegurar un funcionamiento seguro y eficiente del equipo.

Las visitas a clínicas y hospitales ocuparon el 33.3% del tiempo, asegurando el funcionamiento adecuado de los equipos en diversas instalaciones. Este incluyó el Hospital del Valle, Hospital Saludem, Laboratorio Bueso Arias, Clínica Murillo, CDC y Cemesa, reflejando el compromiso del equipo con el soporte y mantenimiento continuo de los equipos médicos en una variedad de entornos clínicos.

Las revisiones o mantenimientos de equipos representaron el 33.3% de las actividades, demostrando el compromiso del equipo en mantener los estándares de calidad y seguridad en todos los equipos médicos. En el taller de Prodylab, se realizaron limpiezas externas y comprobaciones de funcionamiento en dos Cell-Dyn Ruby, preparando estos equipos para su traslado a otras instalaciones. Adicionalmente, se visitó el Laboratorio Bueso Arias para solucionar un problema en los equipos de química Abbot c4000, donde se reemplazaron las puntas de la estación de lavado para asegurar una correcta lectura de resultados (Ver Ecuación #15-#18).

$$\frac{3 \text{ Actualizaciones en la semana}}{21 \text{ actividades totales}} \times 100 = 14,3\%$$

**Ecuación #15. Ecuación porcentaje de actualizaciones en la semana 10**

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{4 \text{ MC en la semana}}{21 \text{ actividades totales}} \times 100 = 19\%$$

**Ecuación #16. Ecuación porcentaje de mantenimientos correctivos en la semana 10**

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{7 \text{ Visitas a clínicas y hospitales}}{21 \text{ actividades totales}} \times 100 = 33,3\%$$

**Ecuación #17. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 9**

Fuente: Elaboración Propia

$$\frac{7 \text{ Revisiones o mantenimientos de equipos}}{21 \text{ actividades totales}} \times 100 = 33,3\%$$

**Ecuación #18. Ecuación porcentaje de mantenimientos preventivos en la semana 9**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 19. Indicadores de Semana 9**

<b>Indicadores Tipo de Actividad</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Actualizaciones</b>	3	14,30%
<b>Mantenimientos Correctivos</b>	4	19,00%
<b>Visitas a Clínicas y Hospitales</b>	7	33,30%
<b>Revisión de equipos</b>	7	33,30%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 20. Bitácora de actividades Semana 10**

<b>Semana 10</b>					
<b>Fecha</b>		<i>Descripción de actividad</i>	<i>Horas</i>	<i>Responsables</i>	<b>Observaciones/ Conclusiones</b>
Día 1	6/10/2024	<p>El día lunes se dedicó meramente a la actualización de los medidores de gases I-STAT. La actualización consistía en llevar el I-STAT del departamento de servicio tecnico de Prodylab que contenía la última versión (A48), acercar los dispositivos al sensor y la actualización se pasaba automáticamente. Se actualizaron primero dos dispositivos I-STAT en el hospital del valle, y un tercero en el hospital Saludem. El dispositivo al llegar a Saludem se descargó y tuvimos que comprar otro set de baterías para finalizar con las actualizaciones de ese día.</p>	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Fue muy interesante ver como se realizaban las actualizaciones y nada más tomaba unos 3 a 4 minutos por dispositivo.
Día 2	6/11/2024	<p>El día martes se visitó el Laboratorio Bueso Arias ya que, ese día se reportó en la mañana que una de las cabinas de Biobase no encendía. Se revisó el switch y se reemplazó como una precaución, pero continuó sin encender, se procedió a revisar el fusible y estaba quemado, se reemplazó por uno nuevo y el equipo finalmente encendió.</p>	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Este trabajo definitivamente era de dos personas ya que, una persona debía tener sostenida la compuerta de la cabina para poder trabajar en el switch.

Día 3	6/12/2024	El día miércoles, se visitó el laboratorio bueso arias ya que los dos equipos de química de la marca Abbot, c4000, no leían uno de los resultados. Se procedió a cambiar las puntas de la estación de lavado y la alarma ya no salía.	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Nos guiamos del manual para saber qué pieza era mejor cambiar según lo que estaba fallando en ese momento.
Día 4	6/13/2024	El día jueves se visitó la clínica murillo para el mantenimiento correctivo de un A15 ya que se encontraba parado, se visitó CDC para la entrega de los accesorios del equipo i1000SR Architect de Abbott. Luego se visitó el Hospital Bendaña para pedir prestado el I-STAT actualizado ya que el de prodylab se llevó a santa rosa de copán, para previamente llevarlo a Cemesa. En Cemesa se actualizó el I-STAT y se cambió la manguera de la bomba peristáltica ya que estaba rota y goteaba.	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	El I-STAT de hospital Cemesa era propio del Hospital, entonces esa actualización fue facturada.

Día 5	6/14/2024	<p>Como último día de práctica profesional, se visitó la clínica de oncología integral a revisar el equipo de Norma, el icon 5, un equipo de 5 partes, este presentaba suciedad en los gráficos de blancos, y se concluyó que no era problema de limpieza sino problema de los controles, ya que no se utilizan controles meramente de esa marca, sino del Ruby, siendo dos equipos totalmente diferentes y con sistemas diferentes, no hay una solución clara hasta el día de hoy, debido a que Prodylab no tiene los permisos para poder comprar estos tipos de controles.</p>	8am - 5pm	Ing. Kevin Díaz y Kristel Carranza	Fue un día tranquilo, aprendí que es mejor trabajar con los componentes meramente de la marca.
-------	-----------	--	-----------	------------------------------------	--

Fuente: Elaboración Propia

## **V. CONCLUSIONES**

### **5.1. CONCLUSIÓN GENERAL**

Se logró contribuir significativamente a la gestión de la tecnología médica en las instalaciones de Prodylab mediante la implementación de enfoques avanzados durante un periodo de tres meses. Este esfuerzo ha resultado en mejoras sustanciales en la eficiencia operativa y la calidad de los servicios ofrecidos, fortaleciendo la posición de Prodylab en el sector de la tecnología médica.

### **5.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS**

Se logró el fortalecimiento de las actividades de ingeniería clínica, asegurando la disponibilidad y funcionalidad óptimas de los equipos biomédicos. Esto mejoró la eficiencia y la calidad de los servicios de salud proporcionados por Prodylab a sus clientes en clínicas, hospitales y laboratorios, garantizando que los equipos estén siempre operativos y en excelentes condiciones.

Se logró la programación regular de inspecciones, calibraciones y pruebas de rendimiento de los equipos, apoyada por un software de gestión de mantenimiento. Esto permitió un control más eficiente y efectivo de estas actividades, facilitando la planificación y el seguimiento detallado de las tareas de mantenimiento, asegurando que los equipos se mantengan en condiciones óptimas y reduciendo significativamente el riesgo de fallos.

Aunque no se logró implementar completamente la evaluación y selección de tecnologías emergentes en ingeniería clínica, esta tarea queda como una recomendación crucial. Es importante continuar explorando y adoptando tecnologías como dispositivos de monitoreo remoto, sistemas de gestión de activos e inteligencia artificial para mejorar la eficiencia operativa y la calidad del servicio en Prodylab. La implementación de estas soluciones tecnológicas innovadoras permitirá desarrollar un mantenimiento predictivo, una gestión óptima de los equipos de laboratorio y una formación avanzada del personal técnico, optimizando los procesos internos y elevando el estándar de los servicios ofrecidos a los clientes de Prodylab.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En el presente capítulo, se detallan una serie de recomendaciones destinadas a mejorar la formación y la práctica profesional en el campo de la ingeniería biomédica. Estas sugerencias surgen de la observación y análisis de las actividades realizadas durante el periodo de prácticas, así como de la identificación de áreas clave que requieren fortalecimiento y desarrollo. Las recomendaciones abarcan desde la incorporación de habilidades prácticas en el currículo académico hasta la promoción de la colaboración interdisciplinaria y la implementación de programas de formación continua.

### **6.1. RECOMENDACIONES PARA LA EMPRESA:**

- Implementar un Sistema de Gestión de Mantenimiento: Prodylab podría beneficiarse de la implementación de un software especializado en gestión de mantenimiento para programar y rastrear actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos biomédicos.
- Explorar Tecnologías Emergentes: Es recomendable que Prodylab continúe evaluando y seleccionando tecnologías emergentes en ingeniería clínica para mejorar la eficiencia y calidad de sus servicios.
- Fortalecer Alianzas Estratégicas: Dado que Prodylab mantiene alianzas estratégicas con proveedores de equipos y dispositivos médicos, se sugiere fortalecer y ampliar estas relaciones para asegurar un acceso continuo a tecnología de vanguardia y soporte técnico especializado
- Capacitación Continua del Personal: Es importante que Prodylab invierta en la capacitación continua de su personal, especialmente en áreas de mantenimiento, optimización y renovación de equipos biomédicos

### **6.2. RECOMENDACIONES PARA LA UNIVERSIDAD:**

- Promover la colaboración entre ingenieros biomédicos y otros profesionales de la salud para mejorar el mantenimiento y la gestión de equipos médicos. La

integración de conocimientos y experiencias de diversas disciplinas puede conducir a soluciones más efectivas y al desarrollo de mejores prácticas en el cuidado de los equipos.

- Incorporar módulos específicos sobre gestión de mantenimiento en el plan de estudios de ingeniería biomédica. Estos módulos deberían cubrir temas como la planificación de mantenimiento preventivo, la gestión de inventarios de piezas de repuesto, y la implementación de sistemas de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS).
- Organizar talleres y seminarios donde expertos de la industria puedan compartir sus conocimientos y experiencias con los estudiantes y el personal técnico. Estos eventos pueden proporcionar una visión valiosa sobre las últimas tendencias y mejores prácticas en el mantenimiento de equipos médicos.
- Crear una biblioteca de recursos técnicos que incluya manuales, guías de reparación, videos instructivos y otros materiales de referencia. Esta biblioteca puede ser una herramienta útil para estudiantes y técnicos, proporcionando información accesible y detallada sobre el mantenimiento y la reparación de diversos equipos médicos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

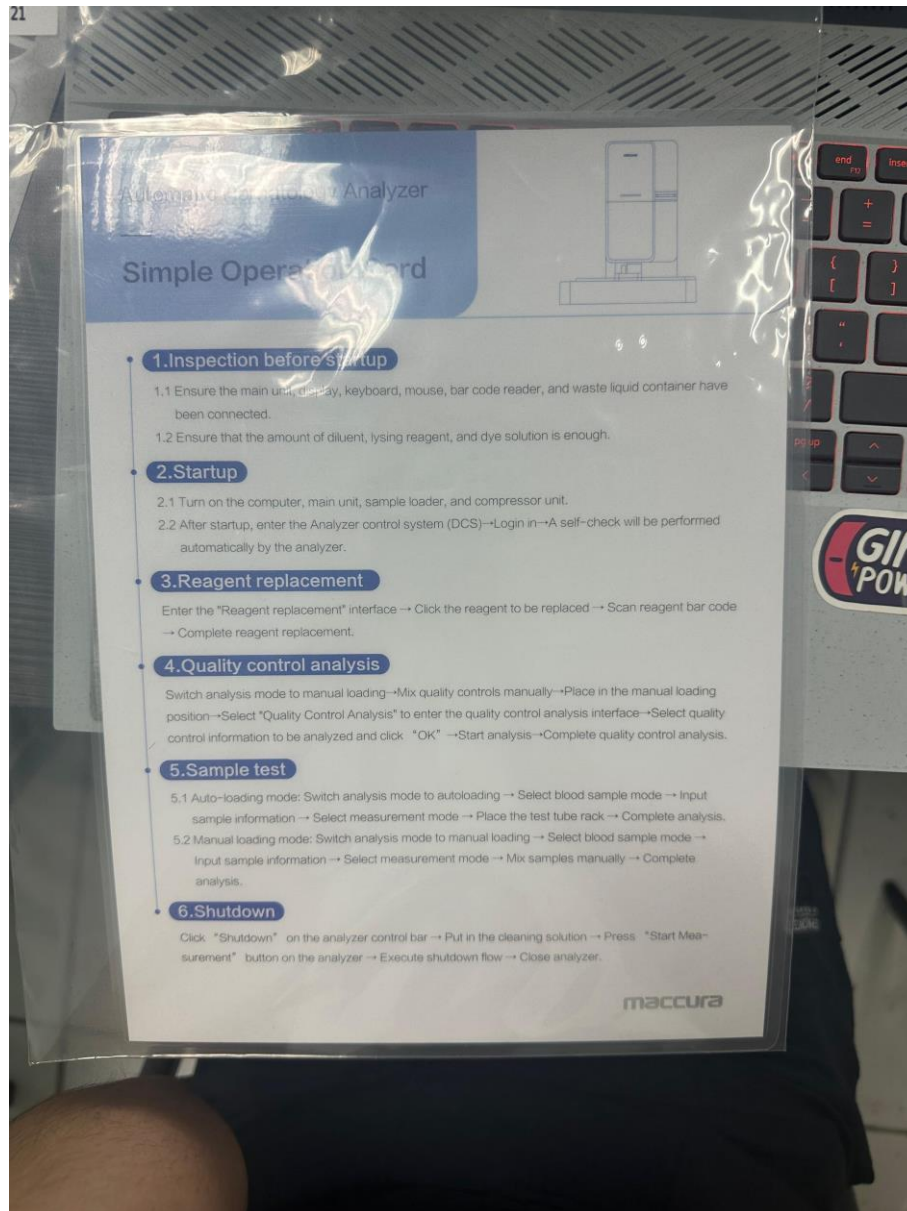
1. Carmenate-Milián, L., Alej, Herrera-Ramos, R., & Ramos-Cáceres, D. (s/f). Situación del Sistema de Salud en Honduras y el Nuevo Modelo de Salud Propuesto. *Archivos de Medicina*, 12(4), 0–0.
2. *PressReader.com—Digital Newspaper & Magazine Subscriptions*. (s/f). Recuperado el 4 de mayo de 2024, de <https://www.pressreader.com/honduras/diario-la-prensa/20181204/282501479702758>
3. *Productos de Diagnostico y Laboratorio*. (s/f). Recuperado el 4 de mayo de 2024, de <https://www.prodylab.hn/>
4. *Manual de Servicio* (Versión 02). (2020). [A15]. BioSystems. <http://www.biosystems.es/>
5. Técnicos, mym instrumentos. (2023, marzo 16). Importancia del mantenimiento en los equipos para laboratorio. *mym instrumentos técnicos*. <https://www.myinstrumentostecnicos.com/equipos-de-laboratorio/importancia-del-mantenimiento-en-los-equipos-para-laboratorio/>
6. Saleh, N., Sharawi, A. A., Elwahed, M. A., Petti, A., Puppato, D., & Balestra, G. (2015). Preventive maintenance prioritization index of medical equipment using quality function deployment. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 19(3), 1029–1035. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2014.2337895>

7. Mahfoud, H., Barkany, A. E., & Biyaali, A. E. (2016). *Preventive Maintenance Optimization in Healthcare Domain: Status of Research and Perspective*.  
<https://doi.org/10.1155/2016/5314312>
8. Zamzam, A. H., Al-Ani, A. K. I., Wahab, A. K. A., Lai, K. W., Satapathy, S. C., Khalil, A., Azizan, M. M., & Hasikin, K. (2021). Prioritisation Assessment and Robust Predictive System for Medical Equipment: A Comprehensive Strategic Maintenance Management. *Frontiers in Public Health*, 9, 782203. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.782203>
9. Huisman, A. (2012). *Point-of-Care Hematology Assays* (pp. 668–672).  
<https://doi.org/10.13140/2.1.3505.7601>
10. Hoffmann, J. J. M. L. (2013). Laboratory hematology in the history of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 51(1), 119–127.  
<https://doi.org/10.1515/cclm-2012-0464>
11. Lippi, G., & Plebani, M. (2022). Clinical Chemistry and Laboratory Medicine: Enjoying the present and assessing the future. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 60(9), 1313–1315. <https://doi.org/10.1515/cclm-2022-0627>
12. Melanson, S. E. F., Lindeman, N. I., & Jarolim, P. (2007). Selecting automation for the clinical chemistry laboratory. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 131(7), 1063–1069. <https://doi.org/10.5858/2007-131-1063-SAFTCC>
13. Roy, U., Rodríguez, J., Barber, P., das Neves, J., Sarmiento, B., & Nair, M. (2015). The potential of HIV-1 nanotherapeutics: From in vitro studies to clinical trials. *Nanomedicine (London, England)*, 10(24), 3597–3609. <https://doi.org/10.2217/nnm.15.160>

14. *Inmunología*. (s/f). Laboratorio Clínico Hematológico. Recuperado el 7 de junio de 2024, de <https://lch.co/inmunologia/>
15. Garcia Cano, A. M., Rosillo Coronado, M., Alcázar García, L., Gómez Lozano, A., Carrasco Sayalero, A., & Rodriguez Torres, A. (2023). Evaluation of the new Abbott® Alinity assay for the measurement of thyroglobulin antibodies in patients with differentiated thyroid carcinoma. *Annals of Clinical Biochemistry*, 60(2), 136–141.  
<https://doi.org/10.1177/00045632231154727>
16. Cevallos, J., Lome-Maldonado, C., Quintanilla-Martínez, L., Montes-Mojarro, I., Islas-Muñoz, B., Ramírez, A. F., Chavez-Galán, L., Ramón-Luing, L., & Volkow, P. (2024). Immune Deficiency/Dysregulation Associated Lymphoid Proliferations, EBV+ In Persons Living With HIV. *Revista De Investigacion Clinica; Organo Del Hospital De Enfermedades De La Nutricion*. <https://doi.org/10.24875/RIC.24000006>
17. Croxatto, A., Prod'hom, G., Faverjon, F., Rochais, Y., & Greub, G. (2016). Laboratory automation in clinical bacteriology: What system to choose? *Clinical Microbiology and Infection: The Official Publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 22(3), 217–235. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.09.030>
18. Dauwalder, O., Landrieve, L., Laurent, F., de Montclos, M., Vandenesch, F., & Lina, G. (2016). Does bacteriology laboratory automation reduce time to results and increase quality management? *Clinical Microbiology and Infection: The Official Publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 22(3), 236–243.  
<https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.10.037>

19. *A15 Analizador Automático • Biosystems • Biosystems.* (s/f). Biosystems. Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.biosystems.com.co/productos/analizadores/a15-analizador-automatico-biosystems/>
20. *Alinity h-series | High-Volume Integrated Hematology Analyzer and Testing System | Core Laboratory at Abbott.* (s/f). Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.corelaboratory.abbott/int/en/offerings/brands/alinity/Alinity-h-hematology-system.html>
21. *CELL-DYN Ruby Hematology System for Medium Volume Laboratories | Core Laboratory at Abbott.* (s/f). Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.corelaboratory.abbott/int/es/offerings/brands/cell-dyn/cell-dyn-ruby.html>
22. *CELL-DYN Ruby Hematology System for Medium Volume Laboratories | Core Laboratory at Abbott.* (s/f). Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.corelaboratory.abbott/int/es/offerings/brands/cell-dyn/cell-dyn-ruby.html>
23. *VITEK® 2 COMPACT: Detección microbiana totalmente automatizada para productos farmacéuticos - bioMérieux | bioMérieux Microbiología Industrial.* (s/f). Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.biomerieux-industry.com/es/products/vitek-2-compact-sistema-de-deteccion-microbiana-para-aplicaciones-farmaceuticas>
24. *Bioquímica clínica ARCHITECT c4000 | Core Laboratory at Abbott.* (s/f). Recuperado el 8 de junio de 2024, de <https://www.corelaboratory.abbott/int/es/offerings/brands/architect/architect-c4000.html>

## VIII. ANEXOS



**Anexo 43. Carta de Operación del Analizador de Hematología F880 de Maccura**

Fuente: Maccura