

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**PASANTÍA EN TECNIGEN**

Trabajo de Titulación para optar al Título de  
TÉCNICO UNIVERSITARIO EN ELECTRÓNICA

Alumno:

Constanza Vanessa Gajardo Guzmán

Profesor Guía:

Ing. Sergio Riquelme Bravo

**2025**

## **RESUMEN**

**KEYWORDS:** PASANTÍA, MANTENIMIENTO, EQUIPOS MEDICOS, DIAGNÓSTICO, LABORATORIO CLÍNICO.

La pasantía profesional se realiza en Tecnigen, empresa ubicada en la ciudad de Santiago, dedicada a la comercialización y mantenimiento de equipos médicos y diagnóstico, la pasantía se desarrolla principalmente en el área de diagnóstica, área donde se trabaja directamente con los equipos instalados en laboratorios. Principalmente se adquirieron conocimientos de los procesos administrativos y técnicos en la gestión de los equipos instalados en laboratorios clínicos como base para entender su funcionamiento integro.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1. LA EMPRESA .....</b>	<b>3</b>
1.1. HISTORIA .....	3
1.2. MISIÓN.....	4
1.3. VISIÓN.....	4
1.4. UBICACIONES.....	4
1.5. PROVEEDORES.....	5
1.6. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	6
1.7. AREA VENTAS.....	8
1.7.1 <i>licitaciones públicas y privadas.....</i>	<i>8</i>
1.7.2 <i>licitación publica.....</i>	<i>8</i>
1.7.3 <i>licitación privada.....</i>	<i>9</i>
1.8. AREA ASISTENCIA TECNICA.....	9
1.8.1 <i>Jerarquía.....</i>	<i>10</i>
1.8.2 <i>Coordinación y comunicación.....</i>	<i>10</i>
1.8.3 <i>Capacitaciones.....</i>	<i>10</i>
1.8.4 <i>Importancia del mantenimiento.....</i>	<i>11</i>
1.8.5 <i>Aplicaciones clínicas.....</i>	<i>11</i>
1.9. FUNCIONAMIENTO DE UN LABORATORIO.....	12
1.9.1 <i>Controles de calidad.....</i>	<i>13</i>
1.9.2 <i>Reactivos.....</i>	<i>14</i>
1.10. OBJETIVO PRINCIPAL.....	15
1.11. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>2. DESARROLLO DE LA PASANTÍA.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 ARCHITECT I2000 SR.....</b>	<b>17</b>
2.1.1 <i>Principios de funcionamiento.....</i>	<i>18</i>
2.1.2 <i>Componentes principales.....</i>	<i>20</i>
2.1.3 <i>Procedimientos de operación.....</i>	<i>25</i>
2.1.4 <i>Mantenimiento preventivo.....</i>	<i>25</i>
2.1.5 <i>Mantenimiento correctivo.....</i>	<i>35</i>

<b>2.2</b>	<b>ARCHITECT C8000.....</b>	<b>38</b>
2.2.1	<i>Principios de funcionamiento.....</i>	38
2.2.2	<i>Componentes principales.....</i>	40
2.2.3	<i>Procedimientos de operación.....</i>	44
2.2.4	<i>Mantenimiento preventivo.....</i>	45
2.2.5	<i>Mantenimiento correctivo.....</i>	52
<b>2.3</b>	<b>COMPACT MAX 3.....</b>	<b>54</b>
2.3.1	<i>Principios de funcionamiento.....</i>	55
2.3.2	<i>Componentes principales.....</i>	59
2.3.3	<i>Procedimientos de operación.....</i>	59
2.3.4	<i>Mantenimiento preventivo.....</i>	60
2.3.5	<i>Mantenimiento correctivo.....</i>	67

### **CAPÍTULO 3**

<b>3.</b>	<b>SINTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>3.1</b>	<b>CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....</b>	<b>71</b>
3.1.1	<i>Objetivo general.....</i>	71
3.1.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	71
<b>3.2</b>	<b>APRENDIZAJE Y CONTRIBUCIONES DE LA PASANTÍA.....</b>	<b>71</b>
3.2.1	<i>Aprendizaje sobre sistemas de dosificado.....</i>	72
3.2.2	<i>Aprendizaje de bombas.....</i>	73
3.2.3	<i>Aprendizaje de bombas de vacío.....</i>	74
3.2.4	<i>Contribuciones al trabajo.....</i>	74
<b>3.3</b>	<b>EVALUACION DE LA FORMACION UNIVERSITARIA.....</b>	<b>75</b>
3.3.1	<i>Conocimientos entregados por la universidad.....</i>	75
3.3.2	<i>Materias clave.....</i>	75
3.3.3	<i>Uso de instrumentos de medición.....</i>	77
3.3.4	<i>Trabajo en equipo.....</i>	78
<b>3.4</b>	<b>RECOMENDACIONES PARA LA FORMACIÓN PROFESIONAL.....</b>	<b>79</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>80</b>

### **BIBLIOGRAFÍA**

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Logo empresa.
- Figura 1-2. Mapa distribución Tecnigen.
- Figura 1-3. Marcas representadas por Tecnigen.
- Figura 1-4. Director ejecutivo.
- Figura 1-5. Organigrama empresa
- Figura 1-6. Flujo de trabajo Laboratorio.
- Figura 1-7. Grafica Levey-Jennings.
- Figura 2-1. Architect I2000SR
- Figura 2-2 Agentes reactivos
- Figura 2-3 Unión muestra y analito
- Figura 2-4 Imán atrayendo micropartículas
- Figura 2-5 Adición del conjugado
- Figura 2-6 Vista frontal del módulo
- Figura 2-7 Vista posterior del módulo
- Figura 2-8 Componentes del módulo de procesamiento
- Figura 2-9 Mantenimiento diario
- Figura 2-10 Protocolo de mantenimiento
- Figura 2-11 Protocolo de mantenimiento
- Figura 2-12 Vía de procesamiento
- Figura 2-13 Vía descubierta
- Figura 2-14 Disco flexible
- Figura 2-15 Desviador
- Figura 2-16 Sales en vía de procesamiento
- Figura 2-17 Cambio de v-wheels
- Figura 2-18 Cambio de sonda de muestras
- Figura 2-19 Procedimiento calibración
- Figura 2-20 Valor calibración
- Figura 2-21 Soluciones genéricas
- Figura 2-22 Filtro de vacío
- Figura 2-23 Transportador
- Figura 2-24 Test WZ aspiration test
- Figura 2-25 Background óptico
- Figura 2-26 Filtración jeringa

Figura 2-27 Filtración válvulas  
Figura 2-28 Sensor de nivel  
Figura 2-29 Support wheel  
Figura 2-30 Sistema óptico  
Figura 2-31 Módulo ICT  
Figura 2-32 Módulo C8000  
Figura 2-33 Módulo C8000  
Figura 2-34 Carrusel de reacción  
Figura 2-35 Carrusel de muestras  
Figura 2-36 Carrusel de reactivos  
Figura 2-37 Mantenimiento diario  
Figura 2-38 Mantenimiento preventivo  
Figura 2-39 Mantenimiento preventivo  
Figura 2-40 Card Cage  
Figura 2-41 Extracción cubetas  
Figura 2-42 Lavado segmentos cubetas  
Figura 2-43 Cambio tips y o'rings  
Figura 2-44 Carrusel reactivo  
Figura 2-45 Brazos de pipeteo  
Figura 2-46 Copa ICT  
Figura 2-47 RSH  
Figura 2-48 CPU  
Figura 2-49 Filtro de calor  
Figura 2-50 Peristaltica  
Figura 2-51 Desechos  
Figura 2-52 Mixer  
Figura 2-53 Desgasificador  
Figura 2-54 Compact Max  
Figura 2-55 Células  
Figura 2-56 Cronometría  
Figura 2-57 Cronometría  
Figura 2-58 Fotometría  
Figura 2-59 Método calorimétrico  
Figura 2-60 Método inmunológico  
Figura 2-61 Vista frontal

Figura 2-62 Vista Superior

Figura 2-63 Mantenimientos usuario

Figura 2-64 Protocolo CMAX

Figura 2-65 Limpieza componentes

Figura 2-66 Verificación temperatura

Figura 2-67 Parámetros temperatura

Figura 2-68 Chequeo dispensación

Figura 2-69 Chequeo vacío

Figura 2-70 Reservorio refrigerante

Figura 2-71 Cajón de productos

Figura 2-72 Reemplazo Filtros

Figura 2-73 Calibración cronométrica

Figura 2-74 Calibración fotométrica

Figura 2-75 Mapping

Figura 2-76 Herramientas mapping

Figura 2-77 Goma de succión

Figura 2-78 Sonda rota

Figura 2-79 Cubeta rota

Figura 2-80 Reemplazo membranas

Figura 2-81 Temperatura fuera de rango

Figura 3-1 Bomba peristáltica Alinity

Figura 3-2 Bomba de vacío compact

Figura 3-3 Jeringas reacondicionadas

Figura 3-4 Circuito RC

Figura 3-5 Protocolo TCP/IP

Figura 3-6 Variador de frecuencia

Figura 3-7 Multitester Fluke

Figura 3-8 Capacitación interna

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1.	Componentes internos del módulo
Tabla 2-2.	Componentes sistema óptico
Tabla 2-3.	Componentes módulo ICT
Tabla 2-4.	Módulo C8000
Tabla 2-5.	Componentes traseros
Tabla 2-6.	Componentes del carrusel de reacción
Tabla 3-1	Comparación componentes

## SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

### **A. SIGLAS**

LIS:	Laboratory information system
HsTnl:	High sensitivity troponin
SHBG:	Sex Hormone-Binding Globulin
TSH:	Thyroid-Stimulating Hormone
VIH:	Virus de inmunodeficiencia Humana
CMIA:	Chemiluminescent microparticle immunoassay
CPU:	Central Processing unit
CR:	Cubeta de reacción
STAT:	Shortest turnaround time
ICT:	Ischemic Cardiovascular transient

### **B. SIMBOLOGÍA**

°C:	Grados Celsius
µl:	Microlitros
Ms:	Milisegundos
Nm:	Nanometros
Mbar:	Milibar

## **INTRODUCCIÓN**

El constante avance de la tecnología ha contribuido profundamente en el área de la medicina y diagnóstico, para esto los equipos de laboratorio presentan una tarea fundamental en la obtención de resultados certeros para la toma de decisiones clínicas efectivas, por lo mismo son considerados herramientas fundamentales para la detección, monitoreo y tratamiento de diversas enfermedades existentes.

La pasantía presentada se centra en la experiencia realizada en Tecnigen, empresa nacional dedicada a la distribución y comercialización de equipos médicos y de diagnóstico clínico, ofreciendo un servicio de post venta que incluyen mantenimientos preventivos y correctivos entre otros. Esta experiencia ha permitido la inmersión directa del funcionamiento diario de una empresa dedicada al rubro ya descrito, dejando un análisis del funcionamiento de los equipos y como afectan el desempeño clínico.

El trabajo de título estará estructurado en tres capítulos, donde se abordarán en profundidad aspectos claves como la instalación, mantenimientos de los equipos e interacción con los profesionales a cargo que finalmente son los que evalúan el correcto funcionamiento del instrumento.

**CAPÍTULO 1:**

## 1. LA EMPRESA

En este capítulo se abordará la descripción de la empresa Tecnigen, lugar donde se realiza la pasantía con el cargo de Técnico en diagnóstica.

### 1.1 HISTORIA

La empresa fue fundada en 1968 por Heriberto Hänel bajo el nombre de importadora y distribuidora de instrumental médico y de laboratorio Hänel S.A y primeramente en 1999 fue que quedó bajo el nombre de Tecnigen (ver figura 1-1), esto debido a que se sumaron nuevos inversionistas, entre ellos la filial chilena Merck S.A, desde aquí comienza el constante crecimiento, llegando a posicionarse como una de las empresas líderes en el país en equipamiento médico.

En 2019, la compañía empieza un plan de internacionalización dando como resultado una filial en Colombia, depositando toda su experiencia en este proyecto que se mantiene en pie hasta el día de hoy.

Tecnigen abarca diversas áreas y especialidades médicas, entre ellas destacan, laboratorio de diagnóstico, donde se suministran equipos e insumos para el diagnóstico in vitro; banco de sangre con equipos e insumos para el área transfusional; la cirugía ofreciendo instrumental quirúrgico e inclusive el servicio de restauración y marcado de los mismos, laparoscópico reutilizable y desechable; equipos para quirófanos; además de equipos y software para la gestión logística y dispensación de fármacos, junto con soluciones informáticas que se complementan con los equipos suministrados.

La empresa cuenta con certificaciones de las normas ISO 9001 y ISO 14001, que respaldan su compromiso con la calidad y el medio ambiente.



*Fuente: <https://www.tecnigen.cl>*

Figura 1-1 Logo empresa

## 1.2 MISIÓN

La misión de la empresa es proporcionar soluciones tecnológicas integrales que permitan a los profesionales de la salud mejorar la eficiencia y precisión en sus diagnósticos, con el compromiso de ofrecer equipos de alta calidad y un servicio técnico especializado.

## 1.3 VISIÓN

“Ser líder en la industria de tecnología y medicina, mediante la innovación y el compromiso con nuestros clientes”

## 1.4 UBICACIONES

A lo largo de todo Chile se encuentran distribuidos los distintos servicios que ofrece Tecnigen, teniendo oficinas físicas en Concepción y Santiago, la casa matriz se encuentra dividida en dos sedes una correspondiente al área comercial ubicada en Hundaya, los condes, y otra sede correspondiente al área de asistencia técnica, bodega y despachos ubicada en avenida Carlos Valdovinos, San Joaquín.



Fuente: <https://www.tecnigen.cl>

Figura 1-2 Mapa distribución tecnigen

La presencia nacional de técnicos se compone en:

- Iquique y Antofagasta: 2 técnicos.
- Valparaíso: 2 técnicos,
- Santiago: 20 técnicos, 5 especialistas de aplicaciones.
- Concepción: 5 técnicos, 2 especialistas de aplicaciones.
- Temuco: 3 técnicos, 1 especialista de aplicaciones.
- Puerto Montt: 1 técnico.

En la región de Valparaíso, no se tiene una oficina física como tal por lo que se trabaja directamente en terreno, la zona se conforma de dos ingenieros de campo y un representante de ventas. Entre los clientes que componen la cartera de la quinta región se encuentran Hospital Carlos Van Buren, Hospital Dr. Gustavo Fricke, Hospital Clínico Viña del mar, Laboratorio Aclin, Laboratorio Clínico Valparaíso, Hospital Naval Almirante Nef, Clínica Reñaca BUPA y teniendo como límite perimetral Hospital Biprovincial Quillota Petorca.

En la figura 1-2 se muestra la distribución y presencia de la empresa a lo largo del país.

### **1.5 PROVEEDORES**

Tecnigen es representante autorizado de diversas marcas extranjeras (ver figura 1-3), estas proveen a la empresa distintos equipos que dan soluciones médicas a sus laboratorios dependiendo de su volumen, distribución o tamaño. Entre las representaciones más importantes se encuentran:

- **ABBOTT:** proveedor de equipos de Química (Alinity C, Architect C4000, Architect C8000), equipos de inmunología (Alinity i, Architect i1000, Architect i2000), contadores hematológicos (Alinity H, Emerald, Ruby).
- **STAGO:** proveedor de equipos de coagulación (Satellite, Satellite Max, Compact max modelos 1,2 y 3, Destiny plus, Dt100)
- **DIRUI:** proveedor de equipos de orina (FUSE H800, FUSE H500)
- **SEBIA:** proveedor de equipo de electroforesis (Hydrasys)
- **AIMLAB:** proveedor de equipos de preanalítica (Pathfinder 350, Pathfinder 900 plus)
- **THERMOFISHER:** proveedor de equipos para alergias, enfermedades autoinmunes (Phadia 350, Phadia 250)
- **NOVA:** proveedor de equipos para gases clínicos (Nova prime, Nova prime plus)
- **BIOER:** proveedor de equipos para PCR (Termociclador QuantGene, Gene pure PRO)



*Fuente: Elaboración propia*

Figura 1-3 Marcas representadas por Tecnigen

## 1.6 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Un organigrama refleja la estructura organizativa de una empresa, enlazando las relaciones jerárquicas entre sus diferentes departamentos y cargos. En la Gerencia general se encuentra quien dirige y supervisa las operaciones de la compañía.

Por debajo de la Gerencia general, se encuentran distintos departamentos con distintas funcionalidades. Entre estos, destacan, Gerencia de operaciones, encargados de la logística de clientes, bodega y despacho de productos; la Gerencia comercial, encargados de la promoción, ventas y fidelización de nuevos proyectos y/o negocios; la Gerencia de servicios, responsables de la instalación, mantenimiento y asistencia técnica a los clientes, incluidas las soluciones informáticas como LIS (Sistema informático de laboratorio); La Gerencia de administración y finanzas, gestiona los recursos financieros, recursos humanos, reclutamiento de personal y operaciones administrativas de la empresa.

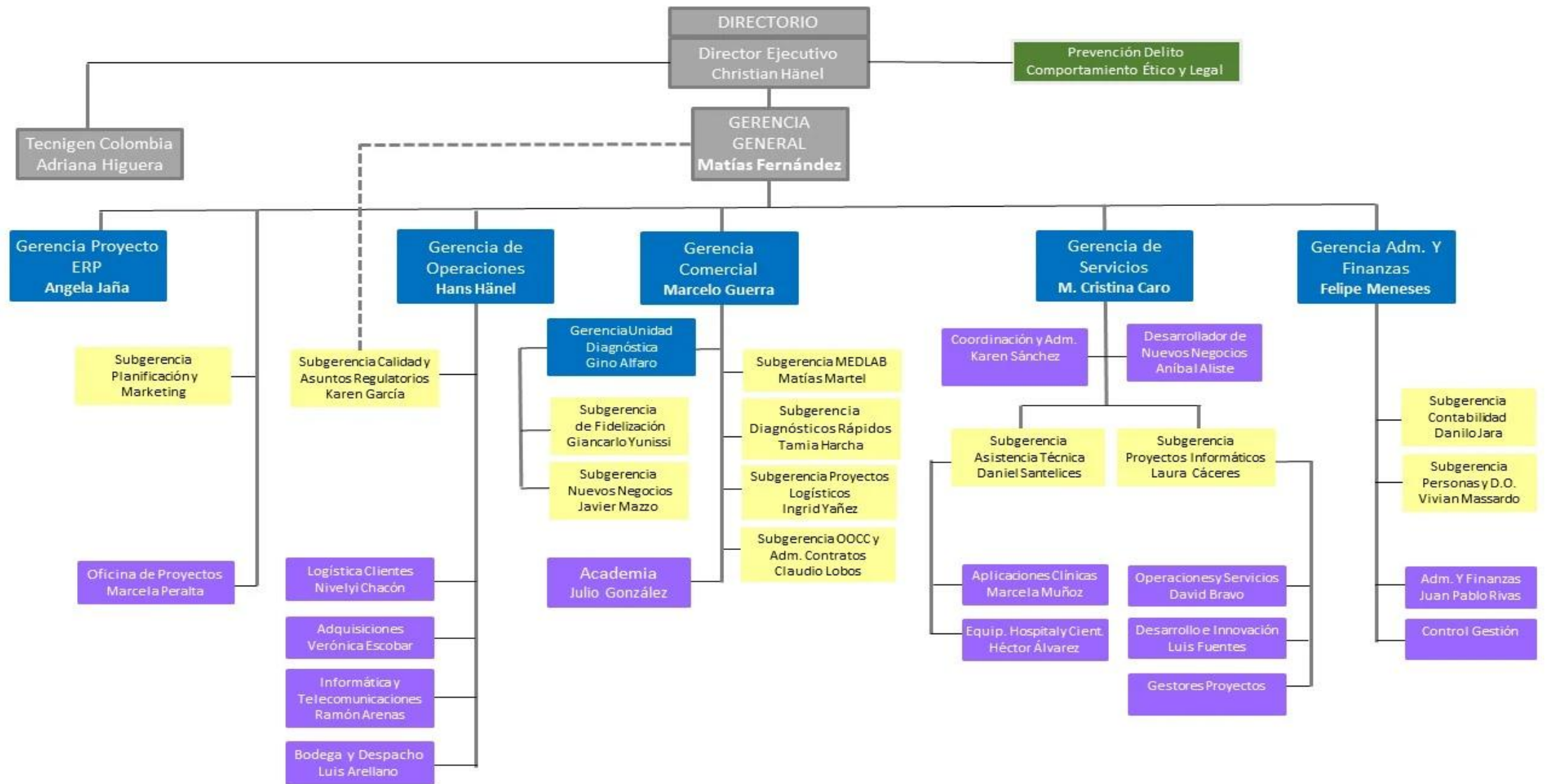
Cada uno de los departamentos descritos están liderados por gerentes, jefaturas, supervisores que reportan directamente a la Gerencia general, siempre asegurando la comunicación efectiva para una toma de decisiones ágil y precisa. Esta estructura permite a Tecnigen operar de una manera eficiente, garantizando la calidad de servicio entregada para la satisfacción de sus clientes.



Fuente: <https://portalportuario.cl/christian-hanel-alza-de-fletes-y-dificultades-en-el-transporte-internacional-y-su-impacto-en-la-industria-de-la-salud/>

Figura 1-4 Director ejecutivo.

En la Figura 1-4 se encuentra el organigrama de la empresa descrito con anterioridad.



Fuente: Material interno

Figura 1-5 Organigrama empresa

## **1.7 AREA VENTAS**

Esta área es la responsable de comercializar los productos, equipamiento y servicios de la empresa, generando ingresos y logrando fortalecer la relación con los clientes, entre los cuales se tienen, hospitales, clínicas, laboratorios clínicos, centros de diagnóstico, como uno de sus principales objetivos es aumentar las ventas, expandir la cartera de clientes, garantizar la satisfacción de los clientes canalizando sus solicitudes y/o inquietudes en tiempo y forma.

Entre las funciones principales del área de ventas están:

- **Negociaciones y/o cierre de ventas:** El equipo de ventas debe encargarse de ofrecer una propuesta comercial personalizada según las necesidades del cliente, negociar precios, tiempos de entrega, condiciones de pago, modalidades de pago, entre otros.
- **Promoción de productos:** Se trata de explicar las características técnicas del equipamiento que se ofrecerá, demostrando su valor para el cliente y como ayudará en su gestión hospitalaria, para esto el representante de ventas organiza reuniones con jefaturas demostrando un conocimiento en profundidad de los productos y sus necesidades.
- **Atención postventa:** El representante a través de visitas o comunicación telefónica, electrónica deberá asegurarse de la satisfacción del cliente con el equipamiento instalado, ofrecer soporte técnico o gestionar y canalizar las solicitudes del usuario.

### **1.7.1 Licitaciones públicas y privadas**

En el sector del equipamiento hospitalario y de diagnóstico, muchas veces las ventas se realizan a través de licitaciones, entendemos por licitación como un procedimiento formal y competitivo de adquisiciones, mediante el cual se solicitan, reciben y evalúan ofertas para la adquisición de obras, bienes o servicios, estas se adjudican a la entidad que ofrezca la propuesta que más convenga o sea más ventajosa.

La licitación puede ser pública o privada, internacional o nacional.

### **1.7.2 Licitación pública**

Este tipo de licitación son convocadas por instituciones del estado (hospitales públicos, laboratorios estatales, ministerios de salud, etc.). Este proceso es totalmente transparente, tiene como objetivo la competencia, igualdad en el tratamiento de los licitantes, transparencia en la adjudicación, responsabilidad administrativa, publicidad y obtención del mejor precio para el estado, las bases son públicas y cualquier empresa que cumpla con los requisitos que se solicitan pueden presentar una oferta, generalmente en estas licitaciones los criterios a evaluar son,

precio, tiempo de entrega, mantenciones, características de equipamiento adecuadas a sus necesidades, experiencia y resultados obtenidos en trabajos similares, entre otros.

Etapas del proceso de una licitación pública:

- **Convocatoria:** la entidad pública, publica los términos de la licitación, entregando una base detallada de los requisitos del producto o servicio que se va a adquirir.
- **Presentación de ofertas:** Las empresas interesadas en postular van a presentar sus propuestas, detallando las características del servicio o equipamiento, precio, plazos y condiciones.
- **Evaluación:** Un comité evalúa las propuestas establecidas según los términos de la licitación.
- **Adjudicación:** El comité selecciona la mejor oferta que cumpla con los requisitos y todo lo solicitado, otorgando el contrato a la empresa que gana la oferta.
- **Ejecución del contrato:** La empresa ganadora comienza con el proyecto realizando la entrega del equipamiento e insumos, instalando y ofreciendo todo lo licitado.

### 1.7.3 Licitación privada

En el caso de las instituciones que son privadas, clínicas, laboratorios clínicos, hospitales privados, las licitaciones son más flexibles y no tan formales, las empresas presentan dichas ofertas a las instituciones mencionadas, quienes son seleccionadas según sus necesidades.

## 1.8 AREA ASISTENCIA TÉCNICA

En la actualidad, el equipamiento médico desempeña un rol crucial en el servicio de la salud, ya que permite la recolección de datos precisos y en tiempo real para el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades. Desde analizadores de laboratorio, monitoreo de signos vitales y equipamiento de imagenología, teniendo este equipamiento como base tecnológica de la toma de decisiones clínicas.

En este contexto, el departamento de asistencia técnica juega un papel fundamental, ya que es el encargado de la instalación, coordinación, mantenimiento preventivo y correctivo, además de brindar soporte telefónico y presencial, capacitando al personal médico en el uso adecuado de los equipos.

Durante la pasantía se tuvo la oportunidad de trabajar en el departamento de asistencia técnica, donde se desarrolla la totalidad de la pasantía. A lo largo de esta experiencia, pude participar en diversas tareas técnicas y administrativas que permitieron comprender en profundidad la importancia y operatividad del área mencionada. A continuación, se dará a conocer las funciones principales del departamento, organización y equipamiento que se logró conocer.

### 1.8.1 Jerarquía

Dentro del departamento de asistencia técnica, se pueden encontrar distintas áreas, como el área de coordinación. El área de aplicaciones clínicas, encargada de entregar soluciones a nivel de usuario, capacitaciones, control de calidad, etc., y por último el área de equipamiento hospitalario y diagnóstica, compuesta por técnicos e ingenieros encargados de las instalaciones, mantenimientos preventivos y correctivos.

### 1.8.2 Coordinación y comunicación

El área de coordinación tiene entre sus principales tareas, recibir y derivar solicitudes de clientes; estas pueden ser de origen telefónico o correo electrónico, enviar y solicitar cotizaciones a proveedores directos, apertura y asignación de órdenes de servicio, coordinar el alojamiento en hoteles y viajes en avión o buses en caso de ser requerido.

El horario de atención de asistencia técnica consiste en:

- Lunes a viernes: 08:00 hrs a 17:30 hrs (horario hábil)
- Lunes a viernes de 17:30 hrs a 08:00 hrs (horario inhabil). Para la comunicación se facilita un celular al personal de turno.
- Sábado y domingo: Asistencia 24 hrs, canalizando las solicitudes a través del número de turno.

El procedimiento para coordinar una visita en horario hábil de trabajo consiste en:

1. Recibir llamado de cliente.
2. Apertura y asignación de orden de servicio según corresponda.
3. Aviso a técnico asignado, hora, cliente y equipo a revisar.

En caso de horario inhabil, se comunica a través de un celular asignado para esta tarea, si es que no se puede resolver de manera telefónica, el técnico deberá asistir de manera presencial para resolver la solicitud.

### 1.8.3 Capacitaciones

Las capacitaciones son claves para entregar un servicio de calidad y especializado, por lo que es importante mantener entrenado al personal técnico en las nuevas tecnologías adquiridas. Las empresas internacionales abren cupos o fechas durante el año, donde las jefaturas deberán elegir al personal que tendrá que viajar a las dependencias del entrenamiento, también existe otra modalidad donde la empresa recibe un entrenador de fábrica a sus dependencias y capacita a un mayor número de técnicos, todo esto dependerá del presupuesto y disponibilidad de la empresa. En la pasantía se tuvo la oportunidad de participar en capacitaciones de fábrica, al finalizar el entrenamiento, se recibe un certificado que autoriza al personal a intervenir el equipo, este

certificado debe ser aprobado a través de una evaluación dictada por el entrenador. Una gran ayuda es poseer un nivel de inglés básico, ya que algunos entrenadores extranjeros solo hablan en inglés.

#### 1.8.4 Importancia del mantenimiento.

Un buen mantenimiento es esencial para asegurar que los equipos funcionen correctamente, garantizando su operación continua y precisión en resultados, lo que entrega seguridad al paciente.

Los mantenimientos preventivos son coordinados previamente por asistencia técnica, la frecuencia de mantención de los equipos será definida por el fabricante. Según el tipo de mantención (anual, trimestral, cuatrimestral, etc.). Indicará la cantidad de repuestos a usar y las horas totales de trabajo, es crucial que los tiempos de mantención se cumplan para evitar fallas tempranas en los equipos.

La empresa Abbott, da la oportunidad de trabajar mantenimientos predictivos, ya que ellos poseen un sistema de información Power Bi, donde se ve reflejada la información de los equipos alrededor de todo el mundo, al analizar los datos del equipo, se puede ver el desempeño y nos indican si es que existe alguna alarma que no sea reflejada físicamente en el equipo, como por ejemplo, desempeño de flujos de lavado, desempeño de una óptica, desempeño de un brazo de muestras o reactivos, entre otros, esto nos permite intervenir el equipo de manera temprana para evitar fallas que podrían detener el equipo y el flujo de trabajo del laboratorio, estas alarmas predictivas serán entregadas de manera mensual a cada empresa representante.

#### 1.8.5 Aplicaciones clínicas

Los especialistas en aplicaciones clínicas son profesionales altamente capacitados, que trabajan como puente entre los fabricantes y los usuarios finales, que en su mayoría son tecnólogos médicos y bioquímicos. También colaboran estrechamente con los ingenieros del departamento de asistencia técnica para garantizar que los equipos se encuentren bien configurados, con las soluciones químicas correspondientes y bien preparadas para cada aplicación clínica específica. Esta área tiene como objetivo garantizar que los profesionales de la salud utilicen el equipamiento médico de manera adecuada, optimizando su rendimiento y garantizando resultados clínicos en tiempo y forma. Esto incluye la capacitación, la personalización del equipamiento de acuerdo con las necesidades clínicas del usuario y, por último, el soporte técnico especializado que pudiesen necesitar, dudas con reactivos, controles de calidad, etc. Durante la pasantía se tuvo la oportunidad de trabajar con especialistas clínicos en casos donde se viera afectado el desempeño de alguna técnica o ensayo, entregando una solución en conjunto, revisión por parte del área

técnica y revisión a nivel de usuario. También se participó en instalaciones de equipos junto al especialista, logrando aprender el funcionamiento médico de los equipos.

### 1.9 FUNCIONAMIENTO DE UN LABORATORIO

Para comprender o contextualizar las áreas mencionadas y cómo se realiza el trabajo administrativo o técnico como un mantenimiento preventivo de un equipo de laboratorio, es necesario comprender y conocer el entorno en el cual funcionan estos equipos, se entiende por laboratorio clínico como el espacio donde se procesan muestras biológicas, sangre, orina, tejidos, heces, líquido cefalorraquídeo, etc., utilizando tecnologías avanzadas a través de un personal calificado y entrenado con el fin de obtener un resultado que ayudará al personal médico a generar un diagnóstico, prevenir alguna enfermedad, encontrar una patología o monitorear un tratamiento médico.

Los procedimientos de laboratorio suelen depender en gran medida de la operación manual del personal, herramientas, reactivos, instrumentos y mantenimientos a nivel de usuario. Es importante que el usuario esté debidamente capacitado para realizar estas tareas, ya que podría afectar directamente el flujo de trabajo del laboratorio.

A continuación, se dará a conocer el flujo de trabajo de un laboratorio de manera generalizada, el cual se aprecia en la figura 1-5.



Fuente: [https://www.freepik.es/vector-gratis/conjunto-iconos-laboratorio-cientifico-isometrico-color-trabajadores-laboratorio-sus-lugares-trabajo\\_4385578.htm#fromView=search&page=1&position=6&uuid=cadf37f0-48bb-4321-828f-f0c607482497](https://www.freepik.es/vector-gratis/conjunto-iconos-laboratorio-cientifico-isometrico-color-trabajadores-laboratorio-sus-lugares-trabajo_4385578.htm#fromView=search&page=1&position=6&uuid=cadf37f0-48bb-4321-828f-f0c607482497)

Figura 1-6 Flujo de trabajo laboratorio

1. **Toma de muestra:** El primer paso es la recolección de muestras, este espacio debe existir en el recinto, con sus debidas normas de higiene y seguridad, esta recolección debe ser segura y relativamente indolora para los pacientes, comandada generalmente por un técnico(a) en enfermería o enfermera(o).
2. **Recepción / preanalítica:** Las muestras previamente recolectadas, deberán ser transportadas al laboratorio para su recepción, pueden estar en el mismo recinto o pueden ser transportadas en vehículo hacia el laboratorio en el cual serán procesadas las muestras. Luego de ser recepcionadas, estas serán etiquetadas con un identificador como el código de barras para poder ser procesadas. Según el tipo de muestra, será derivado a

la sección que corresponda, entre ellas química/inmunología, coagulación, hematología, gases, biología molecular, orinas, etc.

3. **Análisis:** Cada sección o área dentro del laboratorio recibirá sus muestras de rutina previamente recepcionadas, el personal, en su mayoría tecnólogos médicos, se encargará de procesar las muestras en los equipos, generando un informe por paciente con sus resultados.
4. **Postanalítica:** Después de ser procesadas por los equipos, las muestras deberán ser guardadas y refrigeradas por el tiempo que el laboratorio estime necesario, en caso de volver a necesitar la muestra de paciente.
5. **Validación de resultados:** Al obtener los informes y resultados de los pacientes, el personal encargado, bioquímicos o tecnólogos, se encargará de validar los resultados. Si no se encuentran incongruencias o valores críticos, estos serán transmitidos por la plataforma para que así el personal médico pueda generar un informe y entregar sus resultados a los pacientes.

#### 1.9.1 Controles de calidad.

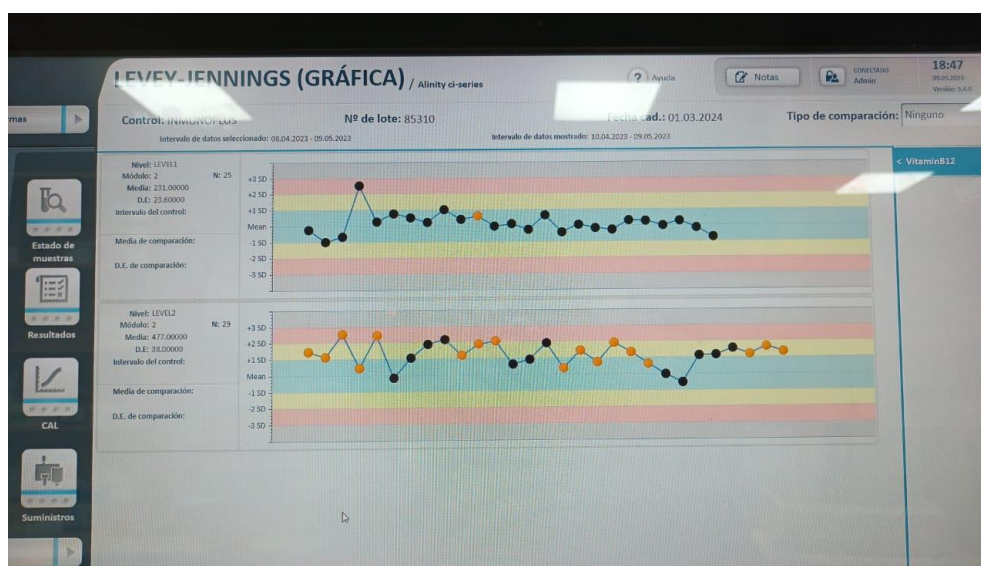
El control de calidad desempeña un papel fundamental dentro de los laboratorios para garantizar resultados de pruebas precisas y confiables, estos controles verifican cualquier falla o desviación que podría comprometer exactitud o resultados poco fiables.

El proceso implica el uso de materiales de control, estas son muestras con valores conocidos que imitan a muestras de pacientes, las cuales se procesan de manera rutinaria al comienzo de cada turno, si el o los resultados se desvían significativamente, esto indica un problema que debe ser corregido antes de continuar usando el equipo.

Como objetivos principales de los controles de calidad se tienen:

- **Asegurar la precisión:** Al monitorear y validar todo proceso de prueba, el control de calidad garantiza que los resultados de los pacientes sean confiables.
- **Detección de errores:** Nos permite identificar sesgos o variaciones que pueden generarse durante el procesamiento, actuando como una red de seguridad, también pueden ocurrir errores en el proceso del analito como tal.
- **Cumplimiento de estándares:** Los laboratorios se adhieren a estándares establecidos para mantener coherencia y compararse con otras instalaciones.
- **Minimizar el riesgo:** Evita dar diagnósticos incorrectos que puedan afectar a pacientes.

La visualización de los controles puede representarse en los equipos a través de la gráfica de Levey-Jennings. Esta gráfica consiste en la visualización de los datos de control de calidad, donde “X” corresponde al resultado del analito, mientras que “Y” corresponde a los valores de controles. Esto le permite una ayuda al personal para verificar una tendencia de algún ensayo o falla. En la figura 1-6 se puede presenciar una gráfica del ensayo de vitamina B12 en un equipamiento Tecnigen.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-7 Gráfica Levey-Jennings

### 1.9.2 Reactivos

Los reactivos son sustancias químicas utilizadas para pruebas de diagnóstico clínico, se usan para detectar o medir la presencia de algún componente específico de la muestra (sangre, orina, etc.). Estos agentes provocan una reacción específica al entrar en contacto con la sustancia a medir, esta reacción permite que el equipo detecte o cuantifique el analito de manera precisa. Por ejemplo, un reactivo puede cambiar de color, emitir luz o alterar sus propiedades eléctricas al interactuar con un componente específico de la muestra, esta alteración es interpretada por el equipo de diagnóstico.

Características claves:

- **Estabilidad:** Deben mantenerse en condiciones adecuadas especificadas por el fabricante para asegurar su efectividad y no verse alterados por condiciones de ambiente o manipulación:
- **Sensibilidad:** Pueden detectar concentraciones muy bajas de analitos.
- **Especificidad:** Diseñados para reaccionar solo con el analito de interés.

En conclusión, los controles de calidad son fundamentales para garantizar el funcionamiento del equipamiento de diagnóstico, obteniendo resultados reales, reproducibles y confiables. La implementación de medidas y controles de calidad es esencial para evitar errores que puedan afectar al diagnóstico médico, permitiendo al laboratorio mantener su flujo de trabajo sin interrupciones.

Por otra parte, los reactivos son esenciales para realizar reacciones químicas necesarias para la obtención de resultados precisos. De esta manera, el uso adecuado de los reactivos, el control de calidad y el equipamiento bien mantenido se convierten en piezas claves dentro de los laboratorios.

Con esto, se ha cubierto la mayoría de los aspectos claves para comprender cómo se asegura el correcto funcionamiento del equipamiento de diagnóstico, funcionamiento de un laboratorio, sus características y flujo de trabajo, en el próximo capítulo, se profundizará en el funcionamiento de algunos de los equipos más representativos de la empresa y cómo se llevan a cabo sus respectivos mantenimientos preventivos.

#### **1.10 OBJETIVO GENERAL**

Analizar y describir procedimientos de mantenimientos preventivos y correctivos en equipamiento de diagnóstico, basados en la experiencia adquirida en Tecnigen.

#### **1.11 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Explicar el procedimiento y documentación de los mantenimientos preventivos realizados.
- Describir el funcionamiento del equipamiento seleccionado.
- Analizar y exponer las fallas más comunes detectadas durante la pasantía (mantenimiento correctivo).

**CAPÍTULO 2: DESARROLLO DE LA PASANTÍA**

## **2. DESARROLLO DE LA PASANTÍA**

En esta segunda parte de la tesis, se abordará el funcionamiento y cómo se realizan los distintos mantenimientos; para ello, se seleccionaron tres equipos representativos de cada área en las que se trabajó, considerando su relevancia como marcas representativas.

El objetivo principal es describir la operatividad de estos equipos, procedimientos que aseguran su buen funcionamiento.

### **2.1 Architect i2000 sr**

Architect es una marca producida por Abbott Diagnostics, compañía farmacéutica estadounidense, fundada en Chicago en 1888 por Wallace Calvin Abbott. En la actualidad cuenta con aproximadamente más de 100 mil empleados, con alianzas en casi toda Latinoamérica y el mundo.

Un módulo de procesamiento i2000SR, mostrado en la figura 2-1, es un analizador de inmunoanálisis que permite realizar procesamiento de muestras inmunológicas automatizadas de alta precisión, como detección de hormonas, marcadores tumorales y enfermedades infecciosas. Es capaz de procesar hasta 200 análisis CMIA (inmunoanálisis de micropartículas quimioluminiscentes) por hora, considerándose una herramienta esencial para garantizar resultados rápidos y confiables.

Alguno de los exámenes más comunes procesados por el equipo son:

- Vitamina B12, vitamina D, SHBG, hsntI (troponina), TSH, etc.
- VIH, hepatitis B, hepatitis C, syphilis, Chagas.



Fuente: <https://www.corelaboratory.abbott/int/es/offerings/brands/architect/architect-i2000SR.html>

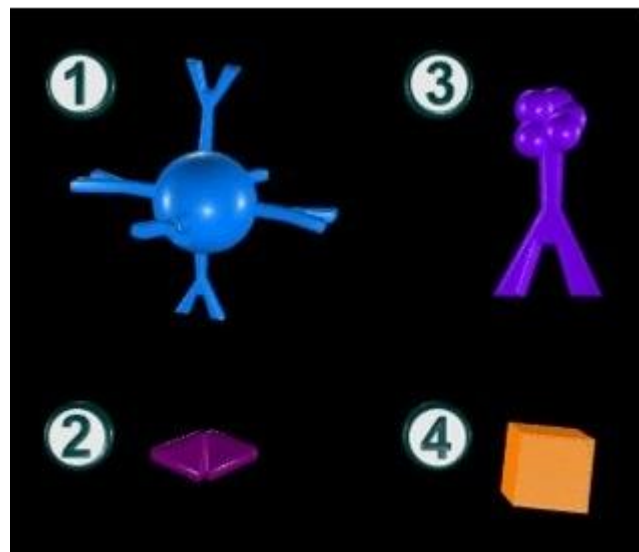
Figura 2-1 Architect I2000SR

### 2.1.1 Principios de funcionamiento

El equipo Architect i2000SR opera mediante la tecnología de inmunoensayo basado en la quimioluminiscencia, este método permite detectar la presencia de antígenos, anticuerpos y analitos en las muestras (suero) a través de reacciones químicas que producen luz, cuya intensidad se mide e interpreta en un resultado.

Los agentes reactivos necesarios para la tecnología CMIA son:

- Micropartículas paramagnéticas recubiertas de una molécula de captura (antígeno, anticuerpo o virus) específica para el analito que se desea medir.
- Conjugado marcado con acridinio
- Solución preactivadora y solución activadora.



*Fuente: documentos internos*

Figura 2-2 Agentes reactivos

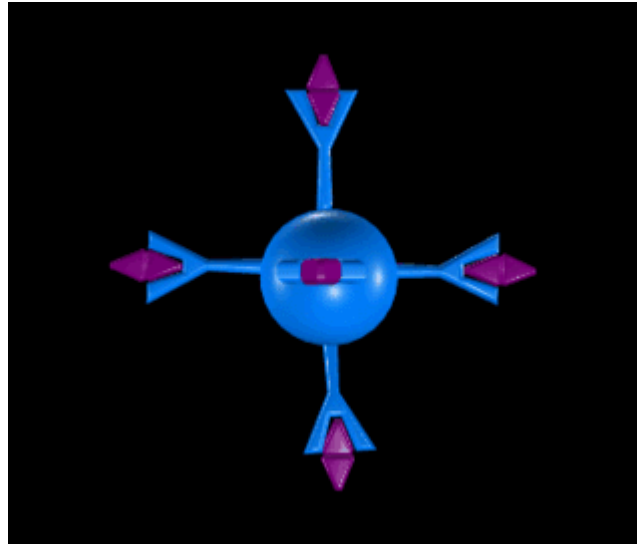
En la figura 2-2 se pueden observar los siguientes componentes:

1. Micropartícula recubierta con la molécula de captura específica del analito que desea detectar.
2. Analito medido
3. Conjugado marcado con acridinio
4. Analito no medido.

Una secuencia de reacción CMIA es el orden de interacciones entre el analito presente en la muestra y los agentes reactivos, la secuencia es específica del protocolo del ensayo.

La secuencia de dos pasos descrita a continuación muestra los principios básicos de la reacción:

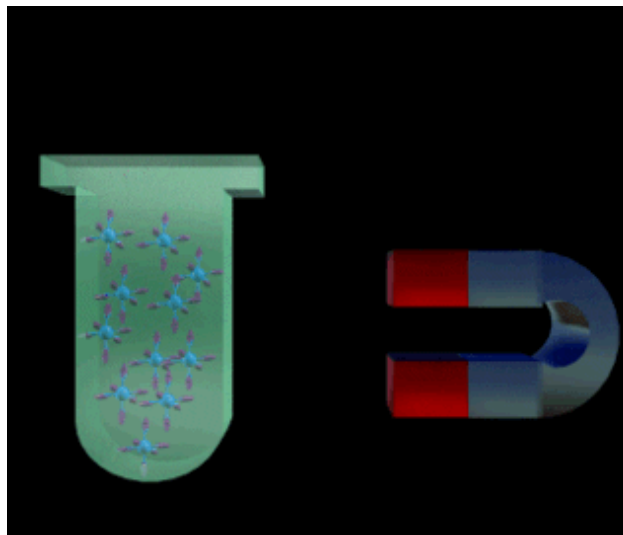
1. El brazo de pipeteo de reactivos dispensa micropartículas en la muestra en la cubeta de reacción, el agitador mezcla la reacción.



*Fuente: documentos internos*

Figura 2-3 Unión muestra y analito

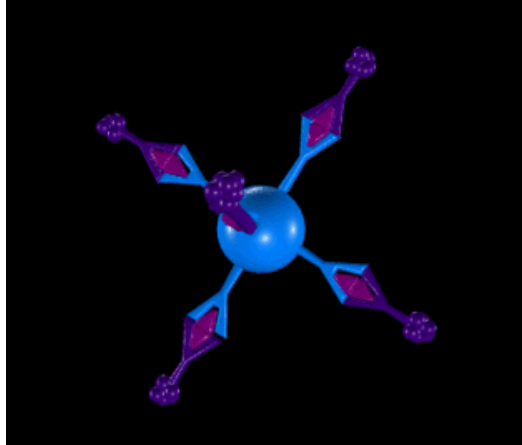
2. La mezcla de reacción se incuba y el analito presente en la muestra se une a las correspondientes moléculas de captura de las micropartículas, formando un inmunocomplejo (ver figura 2-3).
3. Un imán atrae las micropartículas paramagnéticas (unidas al analito específico) hacia la pared interna de la cubeta de reacción (ver figura 2-4). El cabezal de la zona de lavado lava la mezcla de reacción para eliminar los materiales no unidos, tras lo cual puede continuar el procesamiento.



*Fuente: documentos internos*

Figura 2-4 Imán atrayendo micropartículas

4. El brazo de pipeteo de reactivos dispensa conjugado marcado con acridinio quimioluminescente, el conjugado se une al inmunocomplejo completando la mezcla de la reacción (ver figura 2-5).



*Fuente: documentos internos*

Figura 2-5 Adición del conjugado

5. Se incuba la mezcla de reacción.
6. El cabezal de la zona de lavado lava la mezcla de reacción para eliminar los materiales no unidos.
7. La boquilla preactivadora dispensa la solución preactivadora (solución de peróxido de hidrógeno) y el sistema óptico CMIA realiza una lectura de fondo.
8. La boquilla dispensa solución activadora (solución de hidróxido de sodio) a la mezcla de la reacción. El acridinio experimenta una reacción de oxidación al ponerse en contacto con el peróxido en solución alcalina, lo que provoca una reacción quimioluminiscente. Se forma N-metilacridona, liberando energía (emisión luminosa) al volver a su estado normal.
9. El sistema óptico CMIA mide la emisión quimioluminiscente (lectura activada) durante un periodo de tiempo predefinido.

### 2.1.2 Componentes principales

La vista frontal del módulo de procesamiento presenta un diseño ergonómico y funcional que facilita el acceso a sus principales componentes operativos tal como se muestra en la figura 2-6.

Entre los elementos visibles destacan:

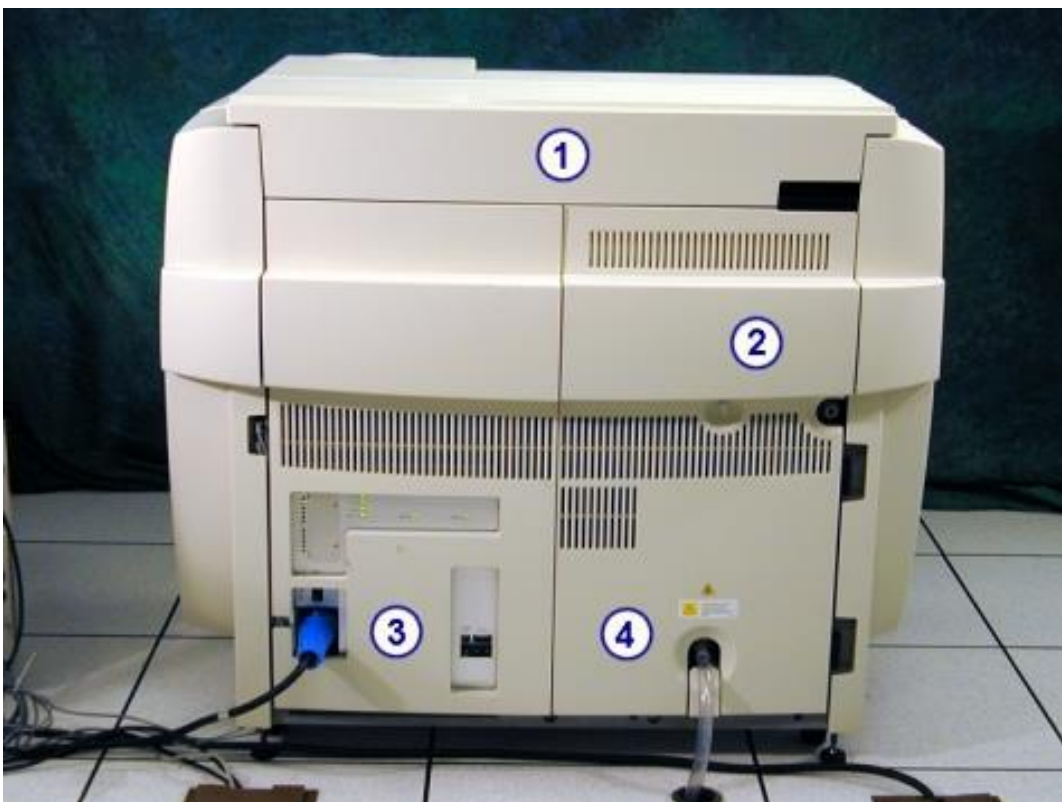


*Fuente: documentos internos*

Figura 2-6 vista frontal del módulo

1. Cubierta frontal del centro de procesamiento: permite acceder a los componentes que realizan las actividades del procesamiento de ensayos.
2. Panel de control de módulo de procesamiento: proporciona una interfaz local para controlar en el centro de procesamiento.
3. Puerta del centro de suministros y desechos: permite acceder a la zona de almacenamiento de soluciones genéricas y de los desechos sólidos.
4. Puerta de acceso a la caja de tarjetas de circuito impreso: permite acceder a las distintas tarjetas que controlan al equipo.
5. Puerta de acceso a la CPU: permite acceder a la unidad central de procesamiento.

Vista posterior del módulo de procesamiento, presentado en la figura 2-7.

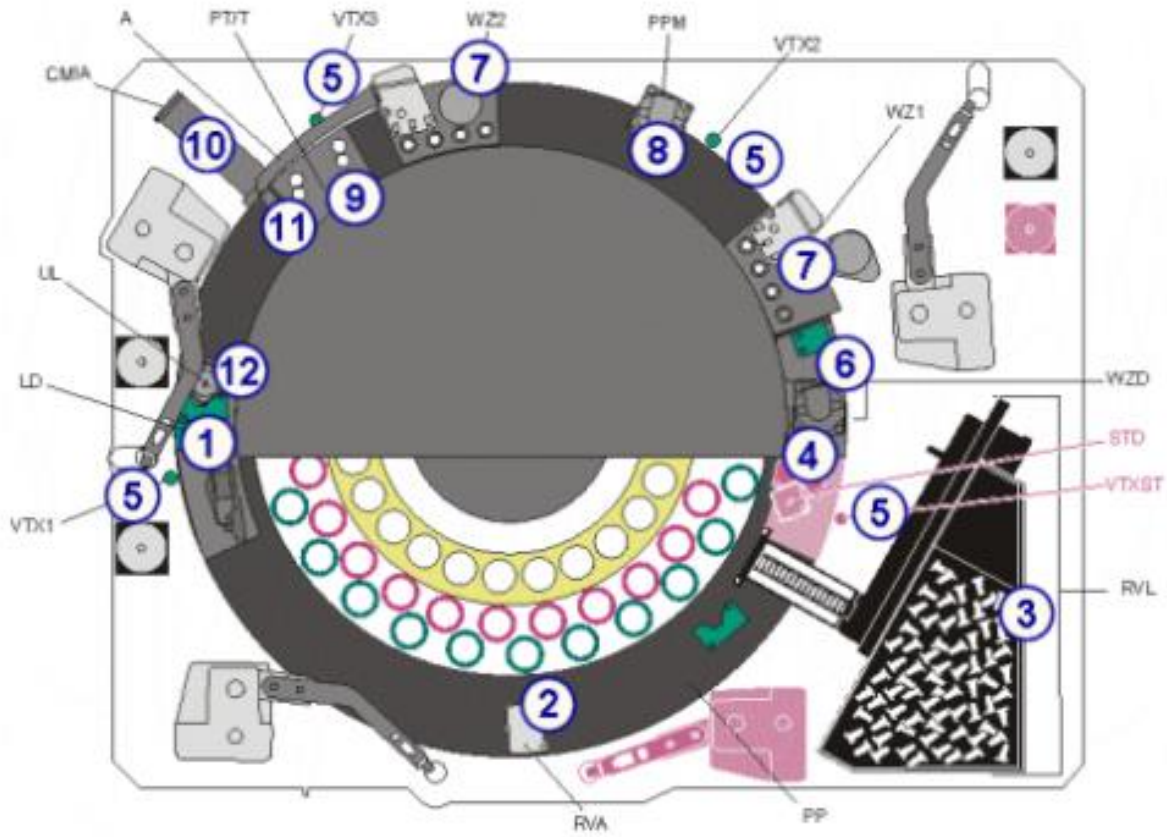


*Fuente: documentos internos*

Figura 2-7 vista posterior del módulo

1. Cubierta posterior del centro de procesamiento: permite acceder a los componentes que realizan las actividades del procesamiento de ensayos.
2. Panel de acceso posterior al centro de procesamiento.
3. Panel de suministro eléctrico: permite acceder a los componentes del suministro eléctrico.
4. Panel de acceso al compartimiento de la bomba: permite acceder a las bombas y al sistema de vacío.

En la figura 2-8 se pueden apreciar los componentes internos del módulo de procesamiento, los cuales serán descritos en la tabla 2-1.

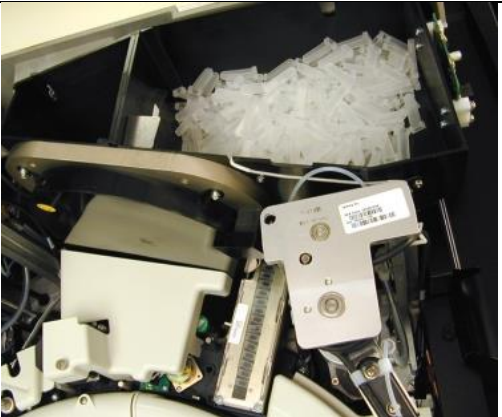

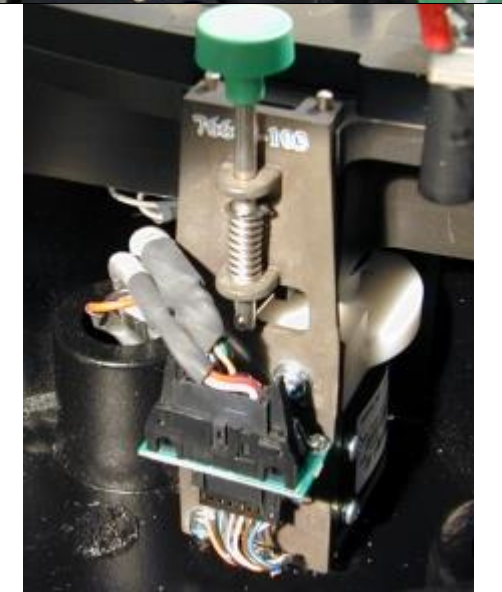



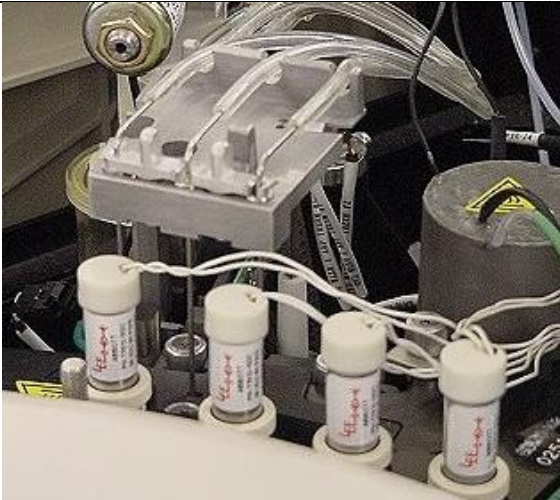




Fuente: documentos internos


Figura 2-8 componentes del módulo de procesamiento

Tabla 2-1. Componentes internos del módulo

	ELEMENTO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
1	Desviador de carga de CR		Desplaza las cubetas de reacción desde el anillo más interno hasta el anillo más externo de la vía de procesamiento según sea necesario.
2	Puerta de acceso a las CR		Se utiliza únicamente con fines de diagnóstico técnico. Esta puerta permite acceder a una posición que se encuentra sobre el anillo más externo del carrusel.

3	Alimentador y tolva de CR		<p>Permite el almacenamiento en el sistema de las cubetas de reacción y las transporta a la vía de procesamiento.</p>
4	Desviador de las CR para muestras STAT		<p>Desplaza las cubetas de reacción desde el anillo más interno hasta el anillo más externo de la vía de procesamiento.</p>
5	Agitadores tipo vortex		<p>En un total de 4 vortex, estos agitan la mezcla de reacción para Re suspender las micropartículas.</p>
6	Desviador de CR en la estación de lavado		<p>Dirige las cubetas de reacción a una de las dos vías. Una vía desplaza las cubetas de reacción a través de la zona de lavado, la otra vía desplaza las cubetas de reacción alrededor de la zona de lavado.</p>

7	Cabezales de la zona de lavado		<p>Dispensan tampón de lavado, eliminan y desechan el analito no unido a la mezcla de reacción de la cubeta de reacción.</p>
8	Motor de la vía de procesamiento		<p>Hace girar el carrusel de la vía de procesamiento que mantiene sujetas las cubetas de reacción y hace avanzar estas de una posición a otra.</p>
9	Dispensador de soluciones preactivadora/activadora		<p>Dispensa en la cubeta de reacción solución preactivadora y a continuación, solución activadora.</p>
10	Lector CMIA		<p>Mide la emisión quimioluminiscente procedente de la cubeta de reacción y calcula los resultados según la cantidad de emisión detectada.</p>
11	Brazo de desechos líquidos		<p>Elimina el líquido de las cubetas de reacción antes de descargarlas en el recipiente de desechos sólidos.</p>

12	Descargador de cubetas		Retira las cubetas de reacción utilizadas de la vía de procesamiento y las desecha en el depósito de desechos sólidos después del procesamiento de los ensayos.
----	------------------------	--	---

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.3 Procedimientos de operación

El equipamiento es fácil de operar gracias a su interfaz intuitiva, algunos de estos procesos son:

- a. Mantenimiento diario, descrito en figura 2-9.

Tiempo estimado	Material necesario	Estado del módulo requerido
21 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Botella para la limpieza de mantenimiento</li> <li>• Solución acondicionadora de la sonda ARCHITECT</li> <li>• Hipoclorito sódico al 0,5%</li> </ul>	Calentando o Preparado

Fuente: documentos internos

Figura 2-9 Mantenimiento diario

- b. Procesamiento de controles correspondientes a los ensayos a procesar en el equipo.
- c. Una vez validados los controles, se cargan los racks o gradillas con muestras.
- d. Finalmente, la revisión y validación de resultados mediante el sistema de gestión de datos.

### 2.1.4 Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo por parte del servicio técnico tiene una periodicidad de cada 3 meses, con una mantención anual donde se reemplazan componentes y el resto consiste en limpieza, calibración y verificación de funcionamiento, este tiene como duración total de unas 4 o 5 horas.

A continuación, se mostrará y explicará el protocolo creado por la empresa para realizar el mantenimiento que corresponda, el protocolo se visualiza en las figuras 2-10 y 2-11.



Asistencia Técnica



**PROTOCOLO DE MANTENCIÓN PREVENTIVA  
EQUIPO ARCHITECT I2000SR**

**ABBOTT DIAGNOSTIC**

CLIENTE:	<input type="text"/>	FECHA:	<input type="text"/>
N° Serie:	<input type="text"/>	N° OS:	<input type="text"/>
Recepcionado por: <i>(nombre y firma)</i>		Técnico: <i>(nombre y firma)</i>	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	

	TIPO DE MANTENCIÓN	
	B	A
	↓	↓
<b>I.- REVISIÓN INICIAL</b>		
1.- Revisar Registro de Mensajes - verificar posibles errores anteriores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.- Inspeccionar visualmente estado del equipo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.- Verificar Status TSB - ISA (registrar)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.- Realizar Backup del Sistema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>II.- CAJA DE TARJETAS</b>		
5.- Verificar estado de filtro de aire <i>(limpiar según necesidad)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.- Inspeccionar tarjetas electrónicas <i>(limpiar según necesidad)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.- Inspeccionar armazón, verificar que no esté obstruida por exceso de suciedad <i>(limpiar según necesidad)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>III.- VÍA DE PROCESAMIENTO</b>		
8.- Desmontar RV Loader, limpiar mecanismo y sensores de la tarjeta #6.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.- Inspeccionar estado de los mecanismos diverters sobre la vía de procesamiento <i>(chequear filtraciones, sales o daño, limpiar)</i> . <i>Nota: Manifold de Trigger/Pretrigger y Motor del Disco Flexible sólo se deben levantar y desplazar, no desconectar.</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.- Inspeccionar válvulas en manifold PT/T <i>(per fecha, reemplazar si tiene 2 años o más)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.- Inspeccionar agitadores vortex <i>(limpiar según necesidad)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.- Retirar e inspeccionar tapa superior (cover) y disco flexible de la vía de procesamiento, limpiar ambos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.- Limpiar interior de la vía, revisar si existen sales y su origen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14.- Inspeccionar lente y obturador del lector óptico sin desmontar <i>(sólo desmontar en caso de requerir limpieza, limpiar con mínima luminosidad)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.- Limpiar sensor de posición inicial del disco de la vía de procesamiento <i>(sin desmontar)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.- Inspeccionar estado de manifolds de las estaciones de lavado WZ1 y WZ2 <i>(chequear filtraciones, sales o daño, limpiar)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.- Inspeccionar y limpiar sondas de estaciones de lavado WZ1 y WZ2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.- Inspeccionar recipientes de vacío <i>(vacuum vessels, limpiar según necesidad)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.- Inspeccionar estado del conducto de desechos sólidos <i>(limpiar según necesidad)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>IV.- CARRUSELES DE REACTIVOS</b>		
20.- Retirar cover de reactivos, retirar carruseles <i>(limpiar carruseles y revisar rieles internos)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21.- Limpiar antenas, chequear estado de engranajes, sensores, V-Wheels y Support Wheels.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.- Limpiar lector de códigos de barra de reactivos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23.- Reemplazar V-Wheels para ambos carruseles de reactivos. (7-64295-01).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24.- Reemplazar Support Wheels en carrusel de dispersión (7-79016-03).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>V.- BRAZOS DE PIPETEO - JERINGAS</b>		
25.- Inspeccionar Jeringa por posibles filtraciones <i>(limpiar, lubricar eje de avance con Super Lube Oil)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26.- Verificar apriete de tuberías en Jeringas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27.- Retirar y limpiar copas de lavado de Muestra y Stat, limpiar objetivos de calibración de sondas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28.- Limpiar copas de lavado R1 y R2, limpiar objetivos de calibración de sondas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29.- Inspeccionar estado de las sondas (Muestra, STAT, R1 y R2), limpiar sondas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30.- Reemplazar sonda de muestra, según necesidad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 2-10 Protocolo de mantenimiento



	TIPO DE MANTENIMIENTO	
	B	A
	↓	↓
<b>VI.- BOMBAS Y FLUÍDICA</b>		
31.- Inspeccionar sensores de nivel de Trigger y Pretrigger.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32.- Inspeccionar zona de bombas de dispensado FMI y manifold de desechos líquidos por posibles filtraciones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33.- Inspeccionar acumulador de vacío (verificar que no tenga líquido).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34.- Revisar conexión de la tubería general de desechos externa al módulo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35.- Reemplazar filtro de vacío (según necesidad, 7-78475-01).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>VII.- RSH</b>		
36.- Limpieza general.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37.- Inspeccionar Transportador, limpiar sensores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38.- Limpiar superficie base de RSH.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39.- Limpiar correa dentada y revisar tensión. Lubricar Pulley.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40.- Limpiar y lubricar riel de carro transportador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41.- Limpiar lector de códigos de barra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>VIII.- PERIFÉRICOS</b>		
42.- Inspeccionar estado de:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- SCC (conexiones, limpiar rejillas de ventilación).		
- Impresora (verificar funcionamiento, limpieza exterior).		
- UPS, Filtro de línea si existe (verificar estado y correcto funcionamiento).		
<b>IX.- REVISIÓN GENERAL FINAL</b>		
43.- Encender Equipo, realizar los siguientes Procedimientos:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- 3131 RV Loader Sensor Calibration.	<input type="checkbox"/>	
- 1119 Transport Calibration.	<input type="checkbox"/>	
- 2055 WZ Valve Pressure Check (reemplazar válvula(s) si corresponde, 7-77612-03).	<input type="checkbox"/>	
- 2050 WZ Aspiration Test.	<input type="checkbox"/>	
- 1020 Optics Background.	<input type="checkbox"/>	
44.- Procesar Controles y revisar resultados (solicitar a usuario, si es necesario).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>OBS:</b>		
_____		
_____		
_____		

Fuente: documentos internos

Figura 2-11 Protocolo de mantenimiento

**I. REVISIÓN INICIAL**

Se comienza realizando un backup en el sistema, toma alrededor de unos 3 minutos en completarse, mientras se debe realizar una inspección visual al equipo para ver si existen fugas o derrames.

**II. CAJA DE TARJETAS**

El equipamiento en su parte inferior tiene ubicada la caja de tarjetas, se debe extraer todo el polvo que pudiese acumularse, siempre con el equipo apagado para evitar daños o cortos.

### III. VÍA DE PROCESAMIENTO

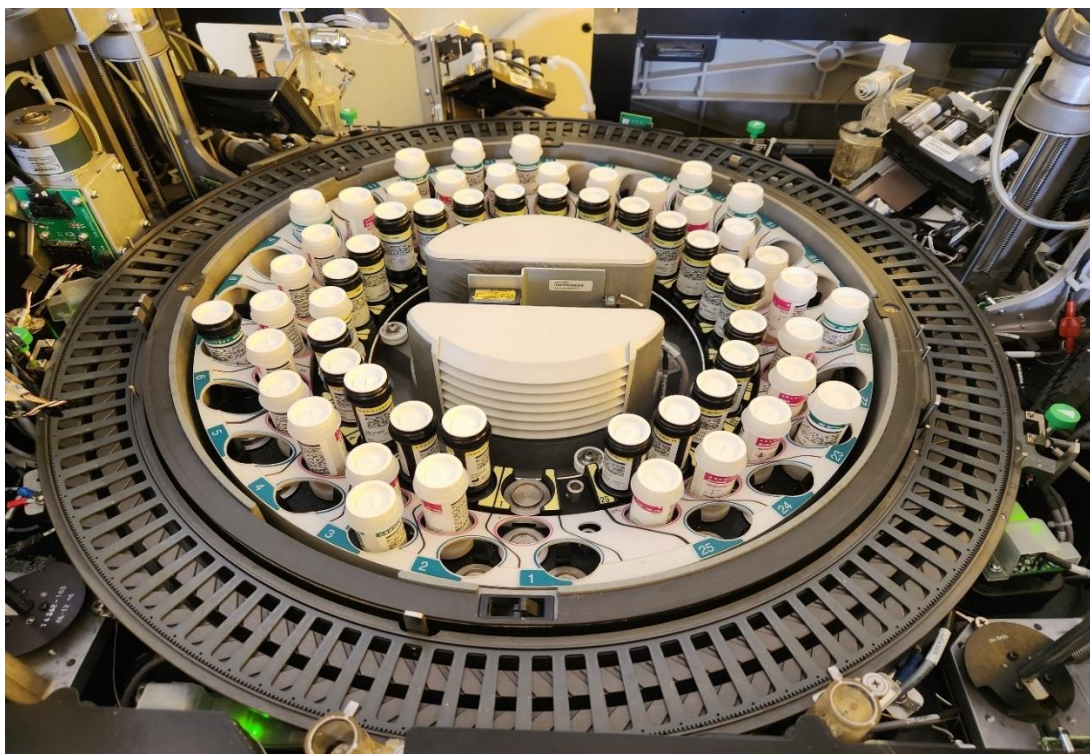
Para realizar la limpieza de la vía de procesamiento, se debe desarmar por completo, paso a paso. En la figura 2-12 se logra apreciar la vía de procesamiento. Para desarmar, se necesita desmontar el cargador de cubetas, todas las estaciones de lavado, la tapa de reactivos, todos los desviadores y extraer todas las cubetas a bordo que existiesen



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-12 Vía de procesamiento

En la figura 2-13 se puede visualizar la vía de procesamiento desmontada, quedando expuestos los carruseles de reactivos, se debe extraer el disco flexible de la vía para poder limpiar y lubricar con WD40.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-13 vía descubierta



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-14 Disco flexible

Se extrae disco flexible de la vía para extracción, posterior lubricación y limpieza (ver figura 2-14). Como se puede apreciar en la figura 2-15, se ve reflejada la acumulación de sales o plasma en los desviadores, se debe realizar la limpieza con paños o cotonos con agua desionizada.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-15 Desviador



*Fuente: elaboración propia*

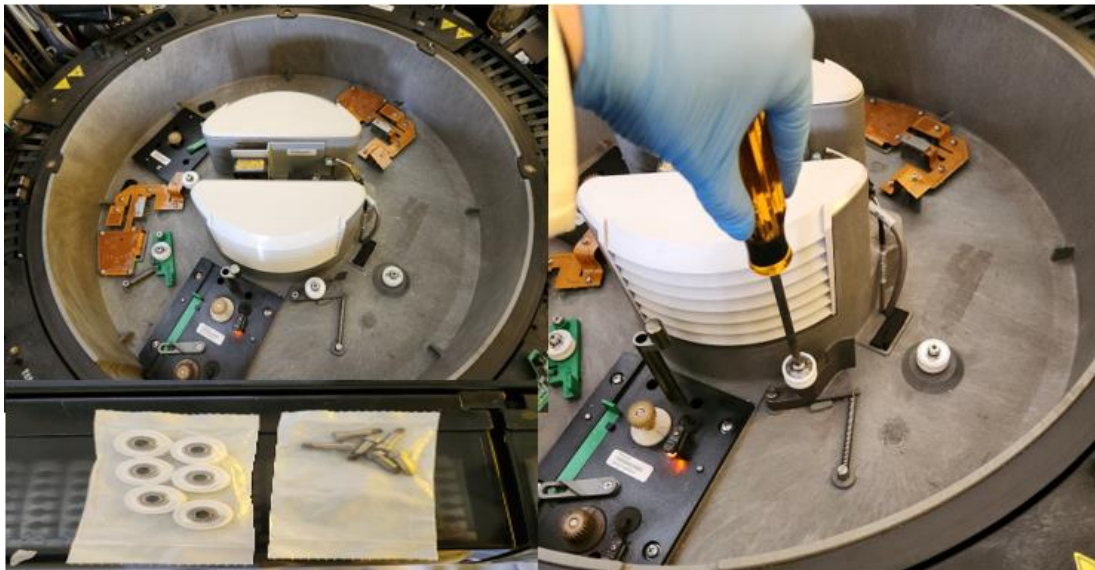
Figura 2-16 Sales en vía de procesamiento

En la figura 2-16 podemos ver sales acumuladas en la vía de procesamiento, si estas no fuesen limpiadas durante el mantenimiento, a futuro podrían generar un fallo del equipo que genere la detención de este.

Sucesivamente debemos limpiar todas las estaciones de estas sales.

#### **IV. CARRUSELES DE REACTIVOS**

En este paso se retiran ambos carruseles de reactivos, interior y exterior, para el cambio de las V-Wheels, rodamientos que permiten que estos carruseles giren.



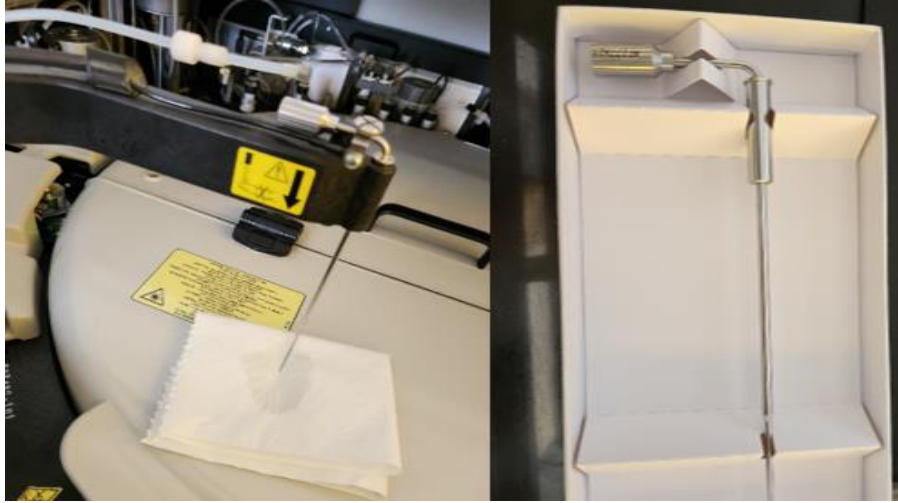
*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-17 Cambio de v-wheels

En la figura 2-17 se aprecian los rodamientos que, al retirar los carruseles, quedan a la vista para ser reemplazados, posteriormente se debe realizar limpieza de las superficies, antenas, retirando el exceso de polvo.

## V. BRAZOS DE PIPETEO – JERINGAS

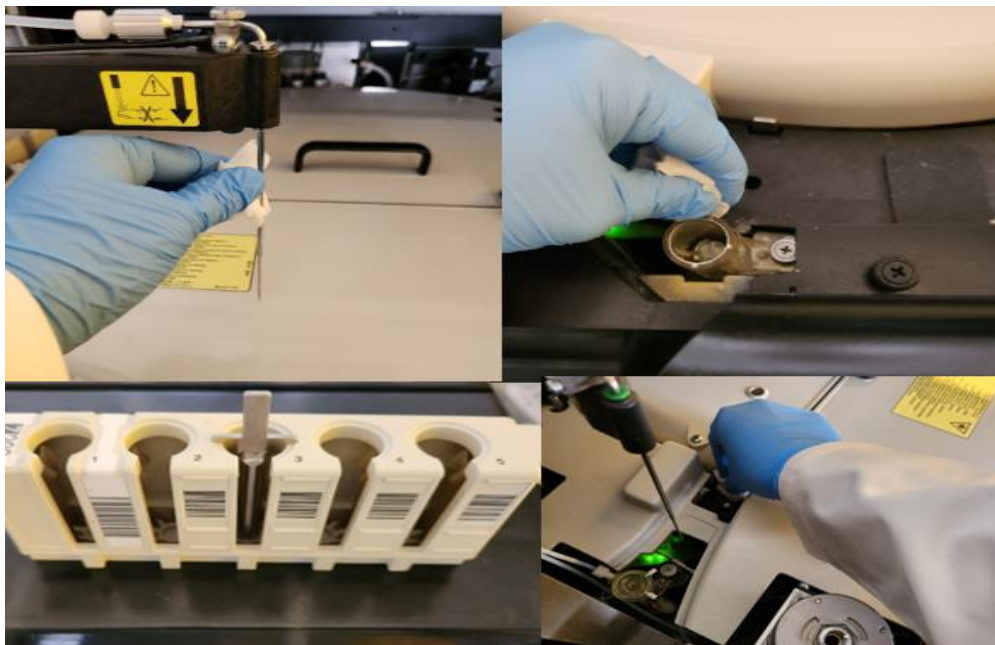
En este paso se debe inspeccionar que no existan filtraciones ni sales en las jeringas, cada brazo de pipeteo cuenta con una. Estas permiten el dispensado y aspiración de muestra o reactivo. Si se está realizando una mantención tipo A, que corresponde a una anual, se debe reemplazar la sonda de muestra, para esto se debe desconectar la manguera unida a la aguja y soltar el tornillo para poder extraer y cambiar la aguja. En la figura 2-18 se realiza el procedimiento de cambio de una sonda de muestras.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-18 Cambio de sonda de muestras

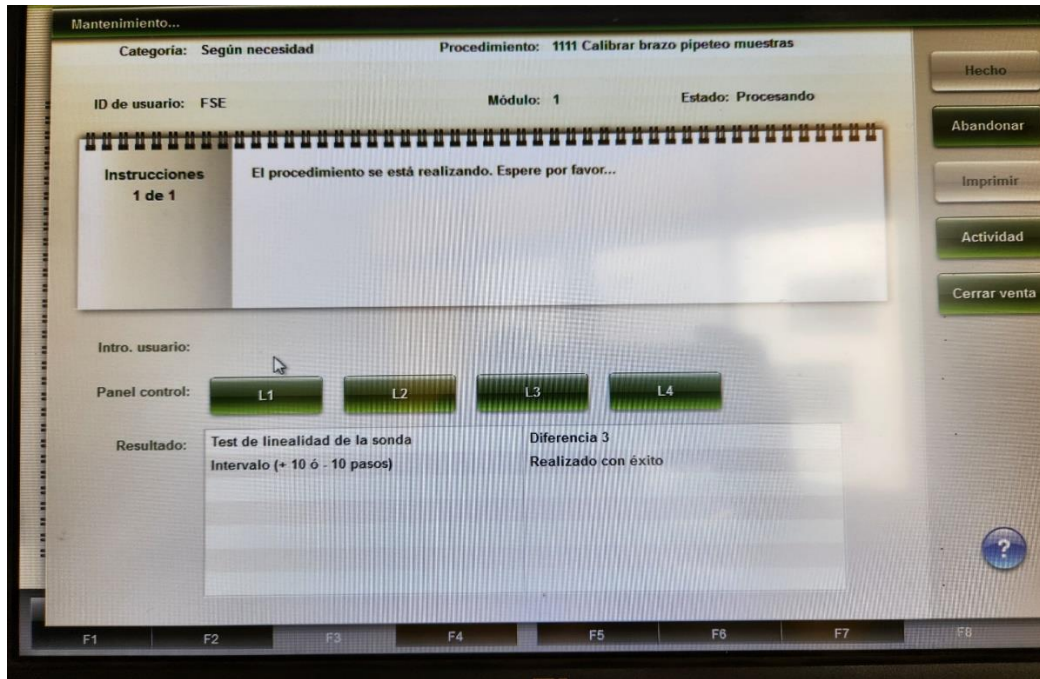
Después de realizar el cambio, se debe realizar la calibración por sistema, pedirá limpiar el exterior de la sonda y los puntos de calibración con agua de la llave mostrados en la figura 2-19.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-19 Procedimiento calibración

Una vez finalizado, el sistema nos entrega un valor, que debe estar entre los rangos -10 y 10, tal como se puede ver en la figura 2-20, si supera estos valores, el equipo arrojará un error, quedando como procedimiento fallido. Estos fallos pueden deberse a la incorrecta limpieza de la sonda o puntos de calibración, o usar agua desionizada, ya que esta, al no ser conductiva, no permite el contacto eléctrico. Los puntos de calibración deben estar conectados a su respectiva tierra para no generar la falla mencionada anteriormente.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-20 Valor calibración

## VI. BOMBAS Y FLUÍDICA

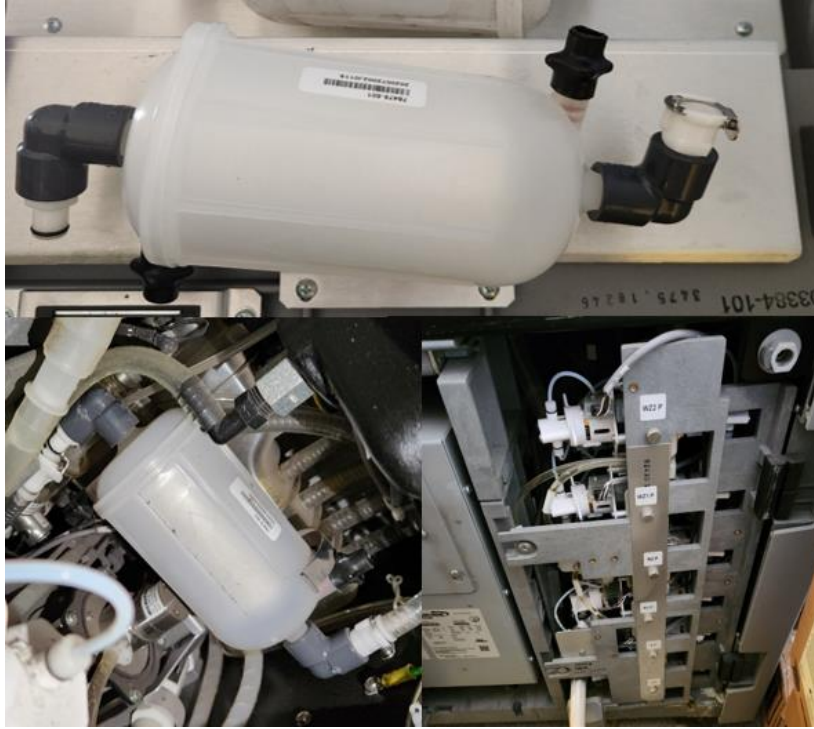
Para esta sección se debe inspeccionar los sensores de nivel de las soluciones genéricas (ver figura 2-21), trigger o pretrigger (solución activadora, preactivadora), no deben encontrarse deteriorados o con sales. Si lo requiere, deben reemplazarse.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-21 Soluciones genéricas

Si corresponde a un mantenimiento anual, debemos reemplazar el filtro de vacío, en el cual se ve en la figura 2-22, este filtro tiene como función proteger a la bomba de vacío de agentes externos, como elementos sólidos, líquidos o vapores que pudiesen ingresar. La recomendación del fabricante es cambiar una vez al año.



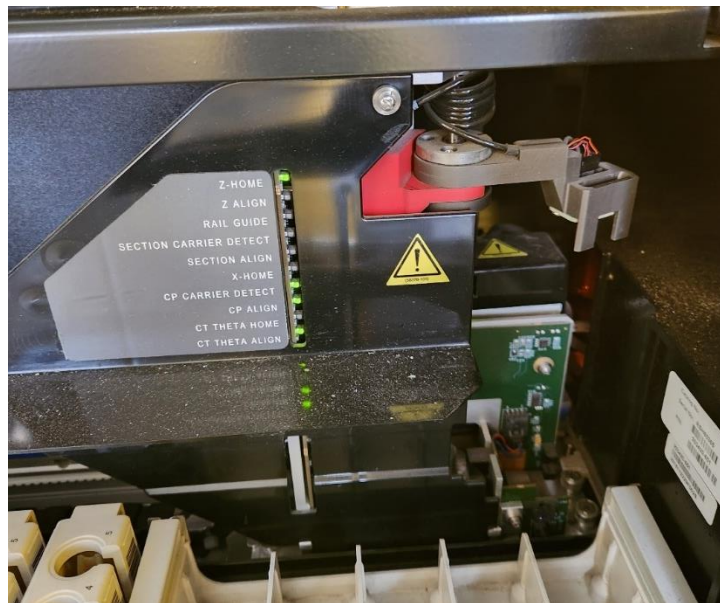
*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-22 Filtro de vacío

Para el reemplazo se debe acceder al filtro a través de la puerta de bombas FMI. Se debe tener la precaución de no desconectar ninguna manguera luego se desconectan los conectores rápidos y se instala el nuevo de manera fácil.

## VII. RSH

Para el gestor de muestras se debe realizar una limpieza de sensores y lubricación del riel.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-23 Transportador

En la figura 2-23, se puede ver la acumulación de polvo en algunas partes del transportador.

### VIII. PERIFÉRICOS

Se debe realizar una inspección, limpieza si es que lo requiere, de todos los periféricos como teclado, mouse, impresora, verificar que la UPS no tenga errores y limpiarla de manera externa.

### IX. REVISIÓN GENERAL FINAL

Estos corresponden a los procedimientos finales para comprobar el funcionamiento postmantenimiento, corresponde a la calibración del cargador de cubetas, calibración del transportador, un diagnóstico de las estaciones de lavado y un background de la óptica, la cual indica que ningún agente externo afecte a la óptica, como por ejemplo la luz de ambiente.

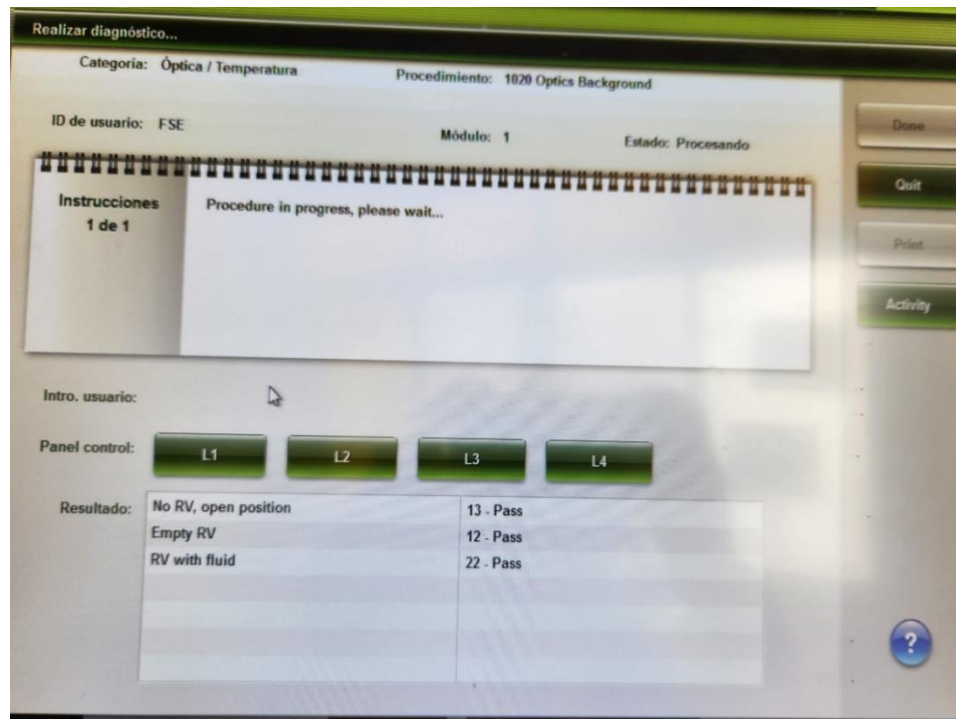
- **WZ ASPIRATION TEST:** en este procedimiento se verifica la dispensación de las estaciones de lavado, el equipo dispensa en 3 cubetas y nosotros visualmente deberemos verificar que el líquido dispensado esté al mismo nivel, ejemplo en la figura 2-24. Si no estuviesen al mismo nivel, indica un fallo en alguno de los componentes de la estación.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-24 Test WZ aspiration test

- **BACKGROUND ÓPTICO:** En este procedimiento el equipo realizará una medición de fondo. Es importante que todas las tapas del equipo estén puestas y cerradas, la luz de ambiente influye en este procedimiento, el valor máximo permitido para funcionar según el fabricante es 100 URL, un valor más alto podría indicar una óptica sucia o encandilada, ya que al extraerla debemos colocar una goma que protege la óptica de la luz. En la figura 2-25, se ve el resultado post mantención.



Fuente: elaboración propia

Figura 2-25 Background óptico

Después de todos los procedimientos, se debe procesar controles de calidad y posteriormente ser revisados por el usuario, quien nos indicará si existe alguna alteración, deficiencia o mejora con respecto al desempeño de algún ensayo, si todo está correctamente, el equipo puede procesar muestras con normalidad.

Para finalizar el mantenimiento, el usuario deberá firmar una orden de servicio y el protocolo de mantenimiento anteriormente mostrado para hacer efectiva nuestra mantención.

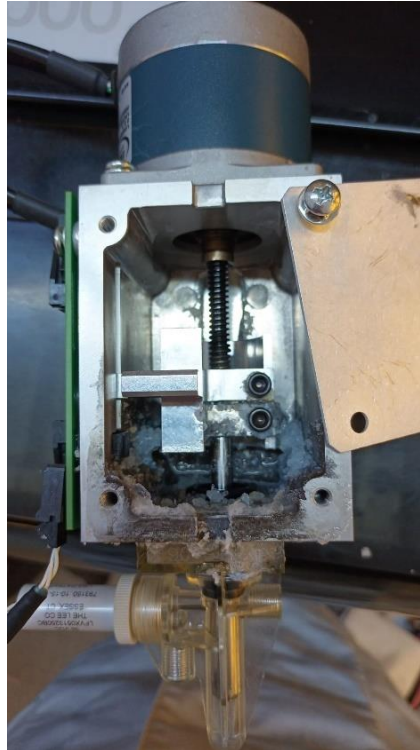
### 2.1.5 Mantenimiento correctivo

Un mantenimiento correctivo es el que se realiza en el momento en que el equipo presenta una falla o mal funcionamiento, tiene como objetivo reparar o restaurar el equipo, garantizando su operatividad inicial, y puede incluir ajustes, calibraciones o reemplazo de componentes defectuosos.

La frecuencia de las fallas está directamente relacionada con la calidad del mantenimiento preventivo realizado, sin embargo, también existe un desgaste natural de los componentes, el cual puede generar fallas. Entre las fallas comunes están:

- **Atasco en la vía de procesamiento o RV loader:** es una de las más comunes, generalmente causadas por cubetas trabadas en distintas partes de la vía.
- **Error de aspiración:** generalmente causado por sonda tapada o sensor de presión defectuoso.
- **Filtración de jeringa de los brazos:** Debido al desgaste de las juntas o sello, se filtra la jeringa por dentro, generando sales que restringen el movimiento del

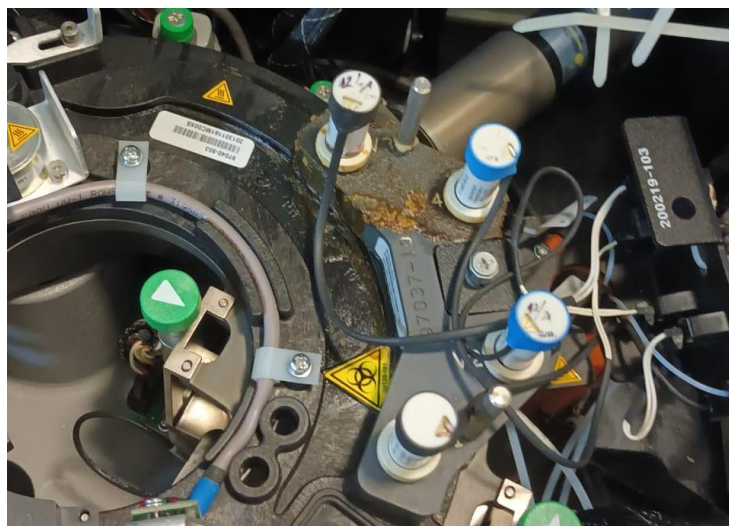
brazo para la aspiración o dispensación. En la figura 2-26 podemos apreciar un ejemplo.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-26 Filtración jeringa

- **Filtración de válvulas:** El equipamiento utiliza 2 tipos de válvulas para la dispensación o purga de líquidos, normalmente pierden el sello o los O’rings se rompen, generando una filtración en el equipo (ver figura 2-27), debido a la viscosidad del líquido, este genera una resistencia en la vía, no permitiendo que el motor logre girar el disco flexible, deteniendo por completo el procesamiento.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-27 Filtración válvulas

- **Movimiento restringido brazo de pipeteo (Sample, STAT, R1 o R2):** este error es causado generalmente por una sonda doblada por el usuario o sensores home sucios.
- **Error de verificación solución activadora/preactivadora:** los sensores de nivel al pasar el tiempo se corroen, ejemplo figura 2-28, generando lecturas erráticas sobre el nivel del bidón.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-28 Sensor de nivel

- **Movimiento restringido en carrusel de reactivos:** los rodamientos que utiliza el carrusel para girar normalmente sufren desgaste debido al constante roce de los materiales quedando como se ve en la figura 2-29.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-29 Support wheel

- **Controles de calidad fuera de rango:** Si bien el equipo sigue funcionando con normalidad y no nos arroja errores, podemos tener un componente del equipamiento que perjudique la performance de los controles, como por ejemplo burbujas, juntas o sellos sueltos, componentes sueltos, necesidad de una calibración, inclusive pueden ser reactivos o controles defectuosos de fábrica.

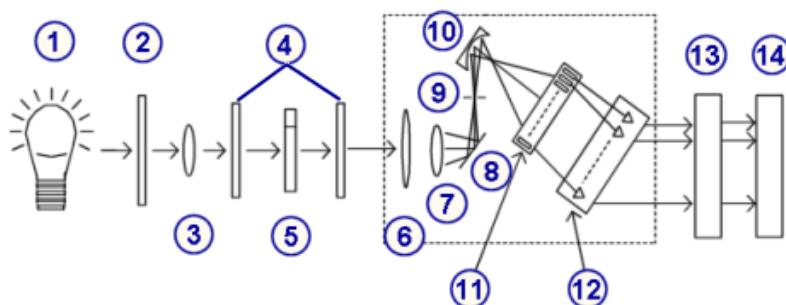
## **2.2 ARCHITECT C8000**

El modelo C8000 de la marca Architect, es un sistema automatizado de bioquímica que realiza procesamiento de muestras tales como suero, plasma, sangre completa, orina y LCR, con un rendimiento máximo de hasta 1200 pruebas por hora, todo esto es gracias a sus dos centros de suministro de reactivos de alta capacidad con control de temperatura.

### **2.2.1 Principios de funcionamiento**

El sistema architect C utiliza métodos de ensayo fotométrico y potenciométrico para el procesamiento de ensayos, estos métodos proporcionan una alta sensibilidad y precisión en la detección de biomarcadores.

- **Método fotométrico:** La tecnología fotométrica consiste en la medición de la cantidad de luz absorbida por la muestra al pasar un rayo de luz a través de la muestra, así como la medición de la intensidad de la luz que alcanza el detector. La absorbancia de la solución cambia a medida que la reacción progresa y las mediciones tienen lugar cuando se ha agotado el agente de reacción y la reacción estable o cuando el agente de reacción alcanza una cinética estable.
- **Sistema óptico:** El sistema óptico incorporado en el módulo de procesamiento es un sistema fotométrico directo que dirige y alinea la luz procedente de una lámpara a través del baño de incubación a la cubeta de reacción y finalmente hacia la unidad óptica. El sistema enfoca la luz y mide simultáneamente la intensidad de 16 longitudes de onda diferentes (ver figura 2-30).



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-30 Sistema óptico

Tabla 2-2 Componentes sistema óptico

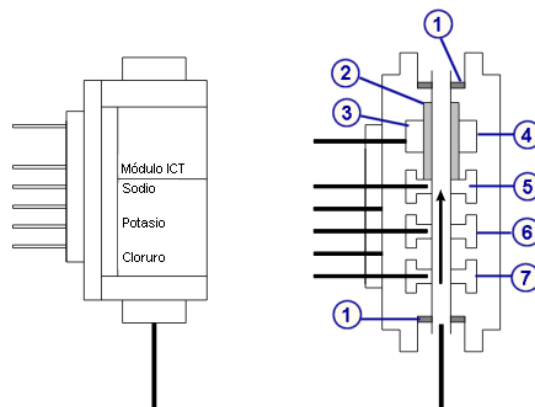
1	Lámpara	8	Espejo
2	Vidrio de calor	9	Ranura de entrada
3	Lentes convexas	10	Rejilla de difracción
4	Lentes del baño de incubación	11	Red de fotodiodos lineal
5	Cubeta	12	Tarjeta preamplificadora
6	Obturador	13	DAQ (Tarjeta de adquisición de datos)
7	Lentes convexas	14	CPU (Tarjeta de la unidad central de procesamiento)

Fuente: elaboración propia

La medición tiene lugar a medida que el sistema óptico realiza lo siguiente:

1. Una lente convexa enfoca la luz procedente de lámpara halógena de tungsteno para que atraviese la cubeta de reacción, lo que permite medir los cambios de absorbancia a medida que la reacción progresa.
2. Una segunda lente convexa enfoca la luz sobre un espejo, de forma que la luz se refleja a través de una ranura sobre la rejilla de difracción.
3. La rejilla divide el rayo de luz enfocado en 16 longitudes de onda (de 340nm a 804nm) y refleja el espectro de luz sobre la red de fotodiodos.
4. Una red de fotodiodos mide la intensidad de la luz en las distintas longitudes de onda.
5. La tarjeta preamplificadora DAQ y CPU convierten y amplifican la señal de la red de fotodiodos y comunican los valores de transmitancia al CCS donde calculan los datos y resultados.

- **Método potenciométrico:** Tecnología de detección utilizada por el sistema C para medir el potencial eléctrico en una muestra, este utiliza un módulo ICT (ver figura 2-31) (tecnología del chip integrado) para medir los ensayos potenciométricos (electrolitos) ej.: Cloro, potasio, sodio.



Fuente: documentos internos

Figura 2-31 Módulo ICT

En la figura anterior, los componentes internos del módulo ICT se muestran a la derecha. La flecha indica la dirección del flujo de la muestra.

Tabla 2-3 Componentes Módulo ICT

1	Anillo tórico
2	Tubo de cerámica para la confluencia de los líquidos
3	Solución interna (gel KCl)
4	Electrodo de referencia
5	Electrodo Cl
6	Electrodo K+
7	Electrodo Na+

*Fuente: Elaboración propia*

El módulo ICT mide:

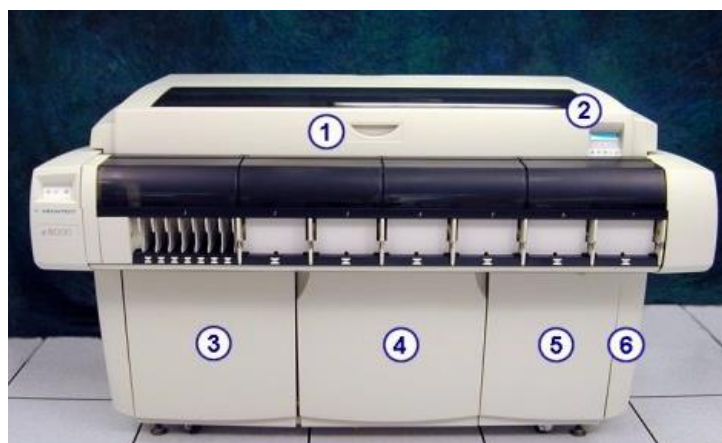
- Solución de referencia ICT (una vez antes y después de cada muestra de suero y dos veces antes y después de cada muestra de orina) para proporcionar un potencial de referencia que se pueda utilizar para calcular los resultados).
- Muestras, control de calidad, calibradores, para obtener lecturas que serán utilizadas para calcular los resultados.

Se recogen medidas de lo siguiente:

- Diferencia de potencial entre la muestra y la solución de referencia de ICT en cada electrodo.
- Potencial de cada electrodo en contacto con la solución de referencia ICT
- Potencial de cada electrodo en contacto con la muestra.

### 2.2.2 Componentes principales

Para el módulo de procesamiento C8000, la configuración del gestor de muestras es la del gestor tridimensional de muestras, que ubica automáticamente las muestras para reanálisis, a continuación, sus componentes principales.



*Fuente: documentos internos*

Figura 2-32 Módulo C8000

En la figura 2-32 se aprecia la vista frontal del módulo con sus respectivos componentes nombrados en la tabla 2-4.

Tabla 2-4 Componentes frontales

1	Cubierta frontal del centro de procesamiento
2	Panel de control del módulo de procesamiento
3	Puerta del centro de suministros
4	Puerta del centro de bombas
5	Puerta de acceso a la caja de tarjetas de circuito impreso
6	Puerta de acceso a la CPU (unidad central de procesamiento)

Fuente: Elaboración propia



Fuente: documentos internos

Figura 2-33 Módulo C8000

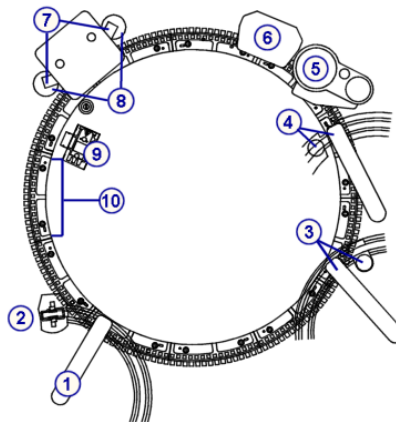
En la figura 2-33 se observa la parte posterior del módulo y en la tabla 2-5, la lista de componentes enumerados.

Tabla 2-5 Componentes traseros

1	Cubierta posterior del centro de procesamiento
2	Conexión eléctrica principal
3	Unidad de gestión del agua

Fuente: Elaboración propia

Entre la aspiración de la muestra y la lectura final se producen numerosas actividades relacionadas con el procesamiento de los ensayos. Son los componentes situados alrededor del carrusel de reacción los encargados de realizar estos procedimientos.



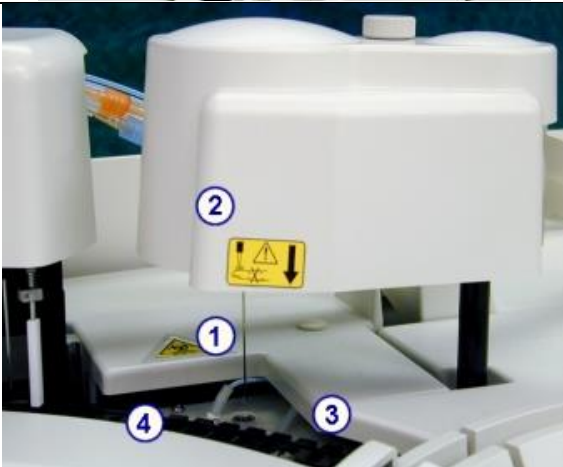



Fuente: documentos internos

Figura 2-34 Carrusel de reacción

En la tabla 2-6 se describirán los componentes enumerados en la figura 2-34.

Tabla 2-6 Componentes del carrusel de reacción

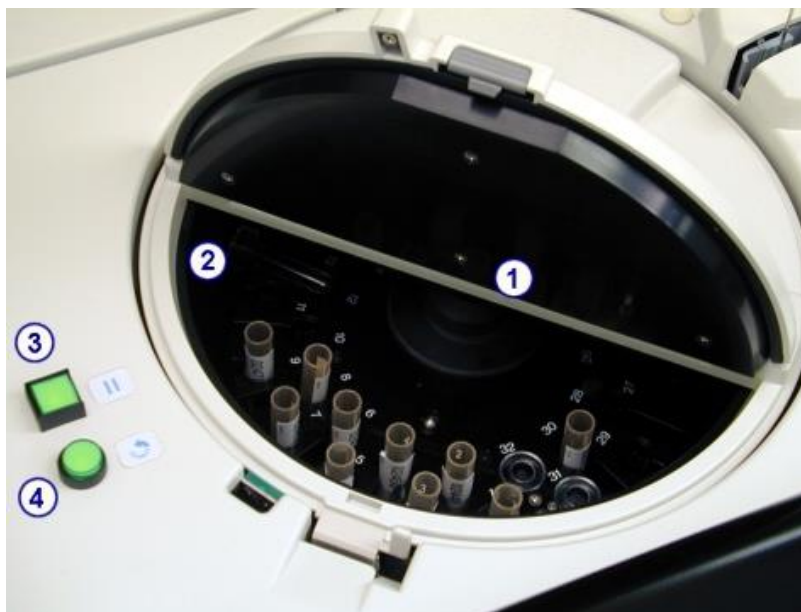
	ELEMENTO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
1- 2	Brazo de pipeteo y copa de lavado.		El brazo de pipeteo es una unidad que detecta, aspira y transfiere y dispensa las muestras en las cubetas, el brazo de pipeteo incluye un sistema de control del nivel de líquido/presión que sirve para detectar errores de aspiración.
3- 4	Brazos de pipeteo de reactivos y copas de lavado.		Los brazos de pipeteo de reactivos 1 y 2 son unidades que detectan, aspiran, transfieren y dispensan reactivos en las cubetas.
5	Unidad ICT		<p>La unidad ICT es un sistema compuesto por una sonda y un módulo ICT, la sonda aspira la muestra y el módulo mide simultáneamente los iones Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> con su respectiva tecnología.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sonda ICT.</li> <li>2. Módulo ICT.</li> <li>3. Copa de solución de referencia.</li> </ol> <p>Bucle de precalentamiento. (siempre a 37°).</p>
6	Lavacubetas		<p>El lavacubetas es una unidad con ocho boquillas que, de izquierda a derecha que realizan las siguientes funciones:</p> <p>Boquilla 1: Aspira la mezcla de muestra y reactivo y la transporta a los desechos.</p> <p>Boquilla 2 y 3: Dispensa solución ácida y alcalina para la limpiar la cubeta, luego la aspira para transportar hacia el desecho.</p> <p>Boquilla 4 y 5: Dispensa la solución</p>

7-8	Agitadores y sus copas de lavado.			Es un sistema que aloja dos agitadores 1 y 2 que mezclan la muestra y el reactivo dentro de la cubeta.
9	Lámpara			La lámpara es una unidad óptica que emite la luz medida en una reacción fotométrica.
10	Segmento de cubetas			Corresponden a gradillas situadas en el carrusel de reacción que sostienen las cubetas, cada segmento aloja 15. Hay un total de 11 segmentos.

Fuente: Elaboración propia

Otros componentes del módulo de procesamiento C8000 son los carruseles de reactivos y de muestras.

1. **Carrusel de muestras:** El carrusel de muestras es una zona de carga de muestras local con 32 posiciones refrigeradas que se utiliza para cargar muestras de pacientes, calibradores y controles para análisis bioquímicos (ver figura 2-35).

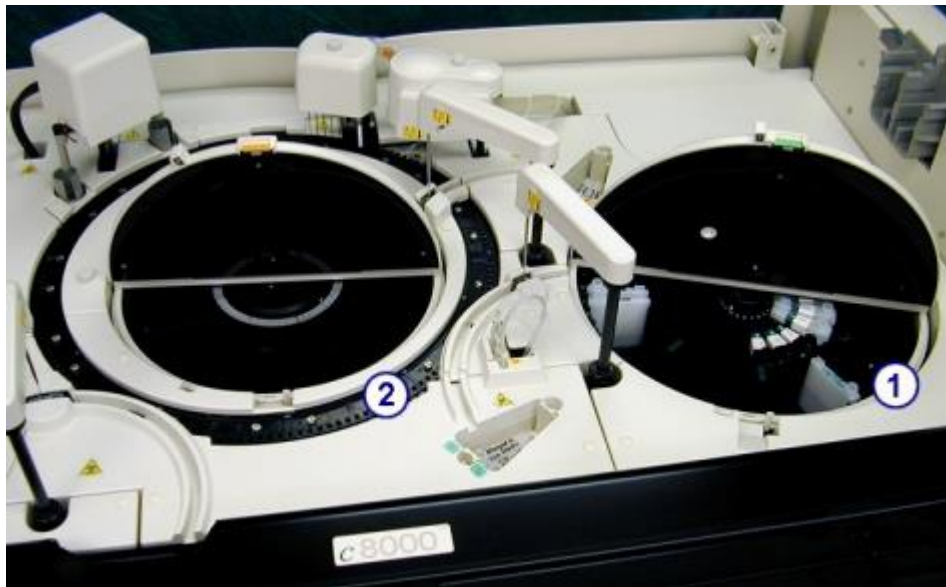


Fuente: documentos internos

Figura 2-35 Carrusel de muestras

2. **Carruseles de reactivos:** los centros de suministro de reactivos (R1 y R2) son carruseles de reacción refrigerados para el almacenamiento de envases de reactivos. Soluciones cargadas en la posición D1, diluyente de muestras.

Estos centros de suministro de reactivos y sus brazos de pipeteo de reactivos asociados se controlan por separado para permitir que cada brazo de pipeteo aspire y dispense reactivos de manera independiente.



Fuente: documentos internos

Figura 2-36 Carrusel de reactivos

### 2.2.3 Procedimientos de operación

El equipamiento es fácil de operar gracias a su interfaz intuitiva, algunos de estos procesos son:

1. Mantenimiento diario, descrito en figura 2-37.

Tiempo estimado	Material necesario	Estado del módulo requerido
15 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución limpiadora ICT</li> <li>• Diluyente de la muestra ICT</li> <li>• Aditivo para el baño de incubación</li> <li>• Detergente A</li> <li>• Solución de lavado ácida al 0,5%</li> <li>• Agua purificada*</li> <li>• Torundas de algodón*</li> </ul>	Preparado


Fuente: documentos internos

Figura 2-37 Mantenimiento diario

2. Procesamiento de controles correspondientes a los ensayos a procesar en el equipo.
3. Una vez validados los controles, se cargan los racks o gradillas con muestras.
4. Finalmente, la revisión y validación de resultados mediante el sistema de gestión de datos.

**2.2.4 Mantenimiento preventivo**

Para mantener la precisión del equipo, es fundamental realizar el mantenimiento preventivo de manera oportuna, siguiendo detalladamente el protocolo. Dado que este equipo utiliza una gran cantidad sistemas de fluidica, es necesario reemplazar varios componentes durante cada sesión de mantenimiento. La frecuencia recomendada por el fabricante es de cada tres meses, con una duración aproximada de 5 a 6 horas continuas, las tareas específicas y procedimientos están detallados en los protocolos ilustrados en las figuras 2-38 y 2-39



**PROTOCOLO DE MANTENCIÓN PREVENTIVA**  
**EQUIPO ARCHITECT C8000 - C16000**

ABBOTT DIAGNOSTIC

CLIENTE: <input style="width: 90%;" type="text"/>	FECH: <input style="width: 90%;" type="text"/>
N°Serie: <input style="width: 90%;" type="text"/>	N° C: <input style="width: 90%;" type="text"/>
Recepcionado por: <i>(nombre y firma)</i> <input style="width: 95%; height: 30px;" type="text"/>	Técnico: <i>(nombre y firma)</i> <input style="width: 95%; height: 30px;" type="text"/>

	B	A
<b>I.- REVISIÓN INICIAL</b>	↓	↓
1.- Revisar Registro de Mensajes - verificar posibles errores anteriores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.- Inspeccionar visualmente estado del equipo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.- Verificar Status TSB - ISA (registrar)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.- Realizar Backup del Sistema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>II.- FILTROS de AIRE Y TARJETAS ELECTRÓNICAS</b>		
5.- Inspeccionar tarjetas electrónicas card cage analizador y RSH <small>(C8000-C16000 stand alone)</small> <i>(Limpiar si es necesario)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.- Limpiar filtros de aire de lectores de código de barra de: carrusel muestra, reactivo R1 y R2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.- Verificar estado de filtro de Aire: Fuente de Poder y Refrigerador. <i>(Limpiar si es necesario)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>III.- CENTRO DE PROCESAMIENTO</b>		
8.- Realizar limpieza y descontaminación Bidón Interno de Agua desionizada <small>(Water Management Unit Tank.)</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.- Agregar 50 ml de solución Cloro en bidón interno de agua desionizada. Realizar varios purgados, dejar por 30' <small>Nota: 2132 Flush Water Lines. Renovar agua del bidón (2 veces) y repetir purgados.</small>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.- Inspeccionar Manifolds y Estanque de desechos de baja concentración. <i>Limpiar si es necesario</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.- Inspeccionar tuberías de alta concentración. <i>Reemplazar según necesidad.</i> (7-93330-01)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.- Limpiar los lentes ópticos dentro del baño de agua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.- Limpiar las copas de lavado y objetivos de calibración de agujas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14.- Limpiar Mixers (09059-02 Mixer)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.- Reemplazar (registrar en equipo):		
- Punta de secado del lavador de cubetas. (7-93428-01 ó 09D51-02 Cuvette Drying Tip)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Lámpara <i>(sólo si tiene más de 3 meses de instalada o hay errores bicromáticos en historia)</i> (09D45-02 Lamp).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Jeringas desechables (2u) 1ml en Bomba de Solución de Lavado (Wash Solution Pump) (09D41-02 1ml Syringe)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Check Valve (color azul, 2u) Bomba de Solución de Lavado (Wash Solution Pump) (09D34-02 Check Valve, wash solution)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Limpiadores exteriores de cubetas dentro del baño de agua (09D42-01 Cuvette Wiper).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Filtros de Soluciones de Referencia: Alkaline - Acid (09D43-02 Ref/Wash Solution Line Filter )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Válvula de Solución de Ácida (RR.F1.01) (2-89561-03 Acid Wash Valve)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Tubería Peristáltica Bomba de desecho alta concentración (E8.03) <small>(SÓLO C16000)</small> (7-202464-01 Tubing, Peristaltic Head)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Poppet Valve (09D36-02) y Bellows (2-89054-02) en: Bomba de Alta Concentración <small>(SÓLO C8000)</small> (2-89301-02 ó 7-204103-01 Pump, bellows, high conc waste) Bomba de Lavador Interior de Sondas (2-89304-03 Inner Probe Wash Pump) Bomba de Lavado de Cubetas (7-93146-02 Pump, Cuvette Wash)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.- Chequear integridad de cubetas <small>(1010 Cuvette Integrity Test -Diagnostics/Optics/ Temperature)</small> . Efectuar limpieza manual sólo si es necesario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>IV.- CARRUSELES</b>		
17.- Retirar cover de reactivos, retirar carruseles <i>(limpiar carruseles y revisar rieles internos)</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.- Limpiar ventana y lector de códigos de barra de reactivos R1 y R2, y muestra.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: documentos internos

Figura 2-38 Mantenimiento preventivo

		TIPO DE MANTENCIÓN
		B      A
		↓      ↓
<b>V.- PIPETTORS (Brazos) y JERINGAS</b>		
19.- Revisar posibles filtraciones en Jeringas y revisar apriete de las tuberías asociadas.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
20.- Limpiar y lubricar ejes de mecanismos, (partes móviles)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
21.- Limpiar las copas de lavado de R1 y R2, y sus objetivos de calibración de agujas.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
22.- Verificar estado de las sondas de (indicar acción) :		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
- Muestra:                    (L)limpiar                    -                    ( R)reemplazar (Anual)	[01G48-03]	
- R1 :                            (L)limpiar                    -                    ( R)reemplazar (Anual)	[01G47-03] <sup>F1000</sup>	[09D48-02] <sup>F1000</sup>
- R2 :                            (L)limpiar                    -                    ( R)reemplazar (Anual)	[01G47-03] <sup>F1000</sup>	[09D48-02] <sup>F1000</sup>
23.- Reemplazar Sellos y o'ring en:		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
- Muestra    [09D37-02 Seal, sample/washsyr seal tip # 1] - [09D38-02 Seal, sample/washsyr seal tip # 2] - [09D52-02 O-ring, sample/wash syringe]		
- R1 ; R2    [09D40-02 Rgt Syringe Seal Tip #2] - [09D39-02 Rgt Syringe Seal Tip #1] - [09D53-02 Reagent Syringe o-ring ]		
<b>VI.- BOMBAS Y FLUÍDICA</b>		
24.- Revisar diafragma (2-89165-02 ó 7-93426-01) y membrana (2-89359-02 ó 7-93427-01) de la bomba de vacío #1. Reemplazar anualmente		<input type="checkbox"/>
25.- Revisar o'ring (2-94798-02) y membrana (2-94797-02) de la bomba de vacío New Style. Reemplazar anualmente		<input type="checkbox"/>
<b>VII.- MÓDULO ICT: APLICA (SI) (NO)</b>		
26.- Revisar integridad de aguja. Limpiar	[09F93-02 ICT O-Ring] - [09D63-03 ICT Probe]	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
27.- Limpiar copa (ICT Ref cup) y electrodos	[7-93508-02 Cup, ICT-Ref with Probes]	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
28.- Reemplazar:		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Jeringas desechables 1ml(4u) en: ICT Ref Pump, ICT Asp Pump	[09D41-02 1ml Syringe]	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Check Valve (color naranja, 3u) en: ICT Ref Pump, ICT Asp Pump	[09D35-02 Check Valve, wash solution]	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Reemplazar tubería Bomba de Aspiración. (si aplica)	[7-204068-01 Tubing, ICT Pinch Valve]	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Filtros de Solución de Referencia	[09D43-02 Ref/Wash Solution Line Filter ]	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>VIII.- RSH</b>		
29.- Limpieza general.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
30.- Desmontar Carrier Transport y limpiar sensores (11).		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
31.- Limpiar base de RSH		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
32.- Limpiar correa dentada y revisar tensión. Lubricar Pulley		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
33.- Limpiar y lubricar riel de carro transportador		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
34.- Limpiar lector de códigos de barra.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>IX.- PERIFÉRICOS</b>		
35.- Chequear estado de:		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> SCC. Verificar conexiones, rejillas de ventilación PC (Implar si es necesario)		
<input type="checkbox"/> Impresora. Verificar funcionamiento, realizar limpieza exterior.		
<input type="checkbox"/> Bomba de desechos externo.		
<input type="checkbox"/> UPS, Filtros. Verificar estado y funcionamiento.		
<b>XI.- REVISIÓN GENERAL FINAL</b>		
36.- Realizar los siguientes procedimientos de Chequeo:		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 1101 Robotics Test Tool. (Diagnostics/Modules) Verificar posiciones: Pipettors R1, R2; Mixers ; Cubetas; ICT <sup>[si aplica]</sup>		
<input type="checkbox"/> 1175 Wash Cup Test. (Diagnostics/Fluidics Wash)		
<input type="checkbox"/> 3126 Mixer Vibration. (Diagnostics/Reaction Mechanisms)		
37.- Realizar los siguientes procedimientos de verificación (Mantenimiento/Según Necesidad):		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 2132 Purgar Conductos de Agua (Flush Water Lines)		
<input type="checkbox"/> 2155 Purgado de la Soluciones Genéricas. (Flush Bulk Solution)		
<input type="checkbox"/> 6053 Lavado de las Sondas con Agua (Probe Water Wash)		
<input type="checkbox"/> 6052 Lavar Cubetas. (Wash Cuvettes)		
<input type="checkbox"/> 2131 Purgar la copa ICT. (Flush ICT Cup). Solo si aplica		
<input type="checkbox"/> 6063 Purga el Módulo ICT. (Flush ICT Module). Solo si aplica.		
<input type="checkbox"/> 1119 Calibración brazo de transporte de gradillas. (Transport Calibration)		
<input type="checkbox"/> 1120 Calibración del brazo de pipeteo de muestra. (Sample Pipettor Calibration)		
<input type="checkbox"/> 1121 Calibración del brazo de pipeteo R1. (R1 Pipettor Calibration)		
<input type="checkbox"/> 1122 Calibración del brazo de pipeteo R2. (R2 Pipettor Calibration)		
<input type="checkbox"/> 2134 Cambiar el agua del baño de incubación. (Change Water Bath)		
38.- Procesar Controles y revisar resultados (solicitar a usuario, si es necesario) .		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>OBS:</b>		

Fuente: documentos internos

Figura 2-39 Mantenimiento preventivo

### I. REVISIÓN INICIAL

Se comienza realizando un vacuo del sistema por cualquier inconveniente provocado por la mantención o fuera de ella, al mismo tiempo se realiza una inspección visual del estado del equipo.

### II. FILTROS DE AIRE Y CARD CAGE

Se realiza limpieza y extracción del polvo de las tarjetas electrónicas, limpieza de los lectores de código de barras de los carruseles, muestra, R1 y R2. En la figura 2-40 se puede ver de forma física la CARD CAGE.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-40 Card Cage

### III. CENTRO DE PROCESAMIENTO

Dependiendo del tipo de mantención A o B, agregamos cloro en el bidón de agua desionizada para evitar contaminación de este, se lavan las cubetas a mano y se reemplazan los componentes de la lista.

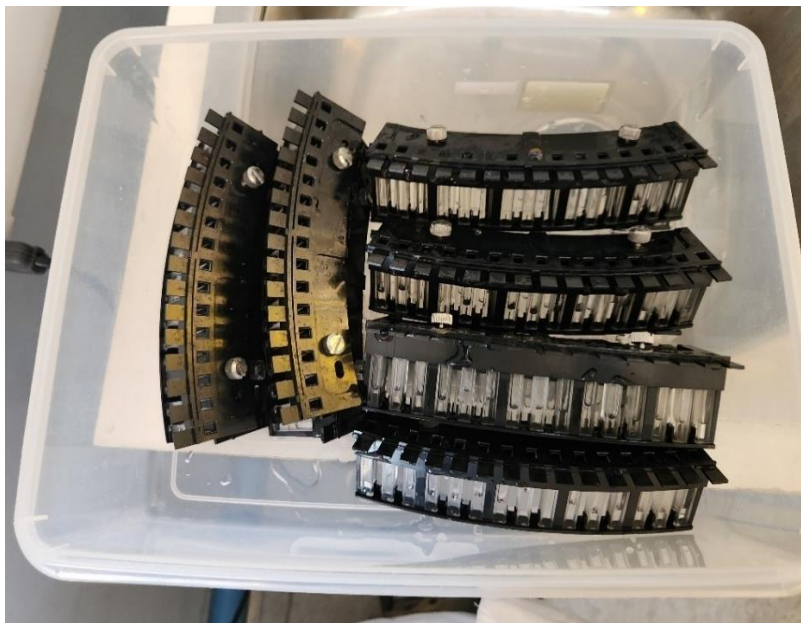
En la fig. 2-41 se extraen las cubetas para su limpieza, dejando descubierto el baño de incubación, el cual debemos inspeccionar que no existan agentes flotando.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-41 Extracción cubetas

Se aprecia en la figura 2-42 las cubetas afuera listas para realizar el lavado manual, el cual se hace con solución alcalina y agua desionizada, la cual se extrae desde la misma planta de agua.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-42 Lavado segmentos cubetas

En la figura 2-43 se está realizando el reemplazo de los componentes, jeringas de 1ml, Check valve, Tips y O’rings de las jeringas de muestra, reactivo 1 y 2.



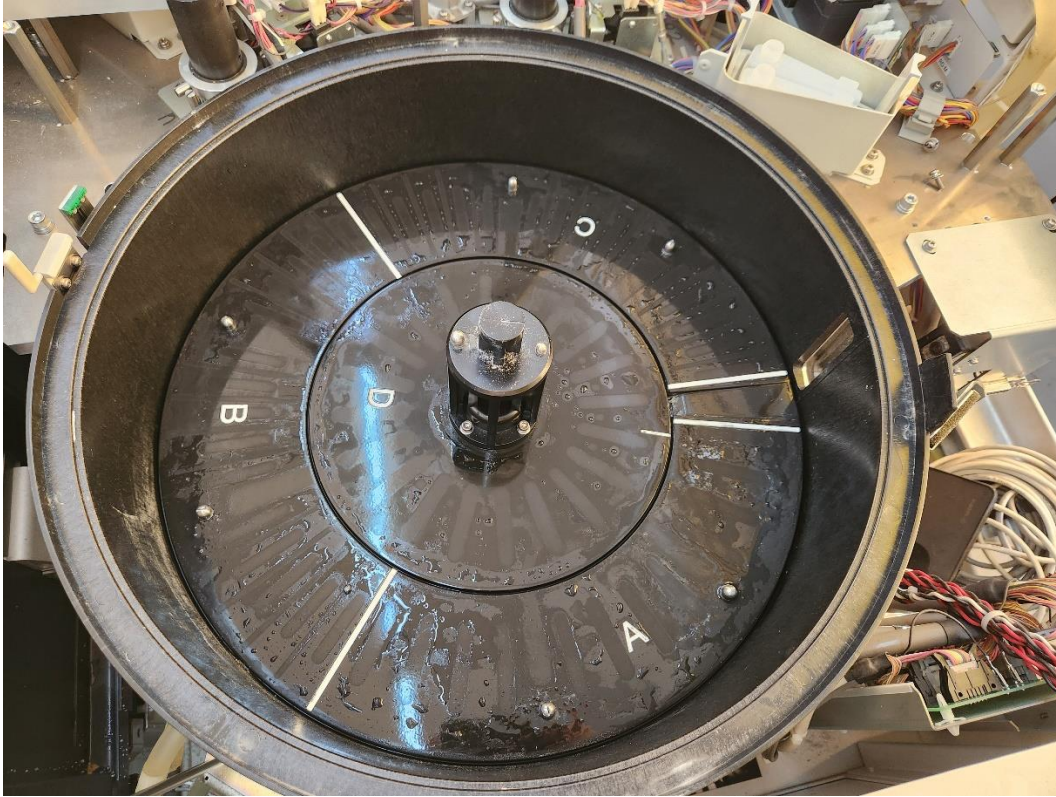
*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-43 Cambio tips y o’rings

#### IV. CARRUSELES

Se verifica la integridad de los carruseles y que no exista exceso de humedad.

En la figura 2-44 se logra apreciar el exceso de humedad que acumulan los reactivos, muchas veces el aire acondicionado defectuoso puede provocar situaciones como esta.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-44 Carrusel reactivo

## V. PIPETTORS Y JERINGAS

En este punto se ejecuta una inspección de las tuberías asociadas a los brazos de pipeteo, verificamos el movimiento de los brazos y lubricamos de ser necesario.



*Fuente: elaboración propia*

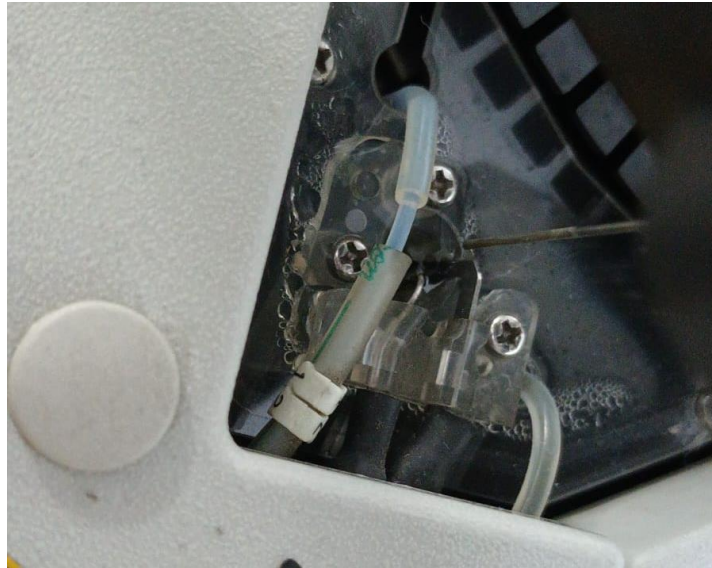
Figura 2-45 Brazos de pipeteo

## VI. BOMBAS Y FLUÍDICA

Solo para el mantenimiento anual se efectúa el cambio de las membranas de las bombas de vacío.

## VII. MÓDULO ICT

Las verificaciones que se deben realizar para la sección de los componentes de ICT son limpiar la copa de solución de referencia y revisar la integridad de la aguja, en este caso en la figura 2-46 se pueden observar algunos restos de sales o suero.

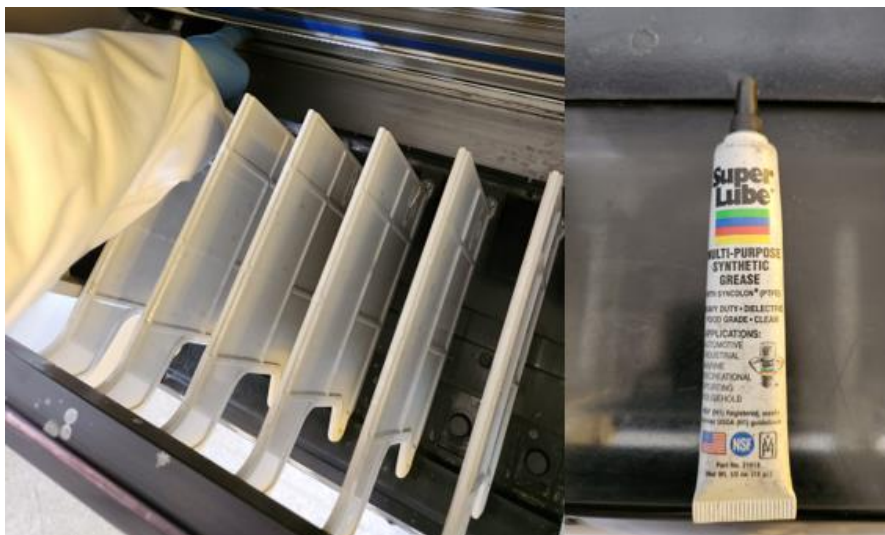


*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-46 Copa ICT

## VIII. RSH

Se realiza limpieza de la base del transportador, eliminando restos de gomas, suero, grasa que influya en el movimiento del transportador luego se lubrica con grasa recomendada por el fabricante, mostrada en la figura 2-47.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-47 RSH

## IX. PERIFÉRICOS

Se debe chequear el estado de los periféricos y su correcto funcionamiento, impresora, CPU, teclado, mouse, UPS y, si es que existe, bomba de desecho externo.

En la figura 2-48 observamos la CPU con partículas de polvo en las rejillas, las cuales deben ser limpiadas.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-48 CPU

## X. REVISIÓN GENERAL FINAL

Para finalizar se deben realizar todos los chequeos indicados en el listado. Como el equipo cuenta con mucha fluídica, debemos fijarnos que no exista ninguna fuga ni burbujas, ya que cambiamos distintas piezas, esto lo podemos observar mientras realizamos los purgados de los líquidos.

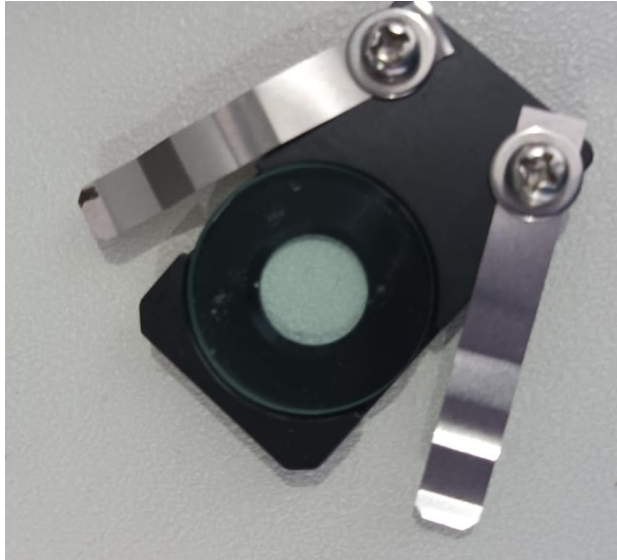
Luego de pasar correctamente todos los procedimientos, se indica al usuario que procese controles y verificar los resultados para lograr validar nuestro mantenimiento. Una vez terminado, se firma el protocolo de mantención y se cierra la orden de servicio subiendo el respaldo en la aplicación móvil.

### 2.2.5 Mantenimiento correctivo

En este apartado abarcaremos las fallas más comunes del módulo C8000, explicando su origen o posibles causas.

- **Sondas de muestras dobladas:** es una de las fallas más comunes, ya que algunas veces el usuario carga muestras con tapas, la sonda, al no ser perforante, se dobla. También puede darse este caso cuando el sensor home está sucio o con pelusas, causando movimientos erráticos al no tener su referencia inicial.

- **Filtro de calor sucio:** Muchas veces las condiciones ambientales de los laboratorios no son adecuadas, acumulando mucho polvo en los equipos, esto provoca que partículas se adhieran al filtro de calor, generando errores de lectura en las cubetas. En la figura 2-49 se aprecia un filtro de calor sucio.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-49 Filtro de calor

- **Peristáltica rota:** Cuando la tubería peristáltica pierde su propiedad y se rompe, genera fugas de líquido; en este caso, en la figura 2-50 se logra ver la tubería peristáltica de alta concentración con fugas de líquido, lo que no permite su función principal, eliminar los desechos de las cubetas, generando errores en el equipo.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-50 Peristáltica

- **Tubería de desechos tapadas:** Las muestras procesadas en los equipos de bioquímica, como suero o plasma, que contienen proteínas tienden a formar esta “coagulación” y precipitan en las mangueras, especialmente al tener contacto con reactivos que ayudan

a generar esta consistencia viscosa. Esto logra tapar los desechos o los conectores de la bomba externa. Se debe realizar una limpieza profunda con los EPP necesarios, ya que se está en contacto con desechos de muestras biológicas.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-51 Desechos

- **Mixer defectuoso:** El mixer es un componente muy delicado debido a que es muy propenso a doblarse, incluso en una limpieza diaria, si no se tiene el cuidado suficiente, se pueden doblar al moverlo de su posición inicial, lo cual tendrá como consecuencia no entrar en el segmento de cubetas, provocando errores.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-52 Mixer

- **Degasser defectuoso:** El degasser dentro del equipo tiene como función eliminar cualquier burbuja dentro del sistema, esta función la realiza el canister, el cual por dentro está compuesto por muchas mangueras permeables, logrando eliminar

cualquier gas. Al taparse el canister, estas burbujas entran al sistema, los sensores de presión de los brazos detectarán esta diferencia y lo vemos reflejado en errores.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-53 Desgasificador

En la figura 2-53 podemos apreciar cómo las burbujas entran al sistema, al originarse desde el sistema de degasificación. No podemos eliminarlas con purgados de los líquidos, el canister requiere ser reemplazado para eliminar esta condición.

### **2.3 COMPACT MAX 3**

El instrumento STA Compact Max 3 es un sistema automatizado diseñado para realizar pruebas in vitro.

Pruebas para el diagnóstico de patologías relacionadas con la hemostasia y para ayudar a controlar los anticoagulantes, permite realizar análisis cronométricos (medición del tiempo de coagulación) y análisis fotométrico (colorimetría o inmunología) sobre muestras de plasma.



*Fuente: <https://colombia.annarht.com/catalogo/areas-de-laboratorio/sta-compact-max-3/>*

Figura 2-54 Compact Max

### 2.3.1 Principios de funcionamiento

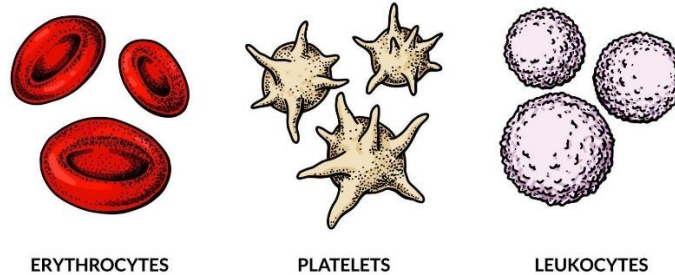
El análisis de coagulación en laboratorios clínicos es fundamental para diagnosticar y monitorear trastornos hemostáticos, este equipo utiliza principios de funcionamientos avanzados tales como el método cronométrico y el método fotométrico.

Las funciones de la hemostasia son las siguientes:

- Mantiene la sangre en estado líquido (evita la trombosis)
- Evita la pérdida de sangre
- Detiene el sangrado

La sangre está compuesta de:

- 55% de plasma
  - Componente nutritivo
  - Eliminación de desechos
- 45% de células
  - Eritrocitos: Cuya función es transportar el oxígeno
  - Leucocitos: Cuya función es proteger
  - Plaquetas: Cuya función es llevar a cabo la hemostasia



Fuente: <https://es.vecteezy.com/arte-vectorial/21695137-sangre-celulas-aislado-en-blanco-antecedentes-mano-dibujado-eritrocitos-leucocitos-y-plaqueta-cientifico-biologia-ilustracion-en-bosquejo-estilo>

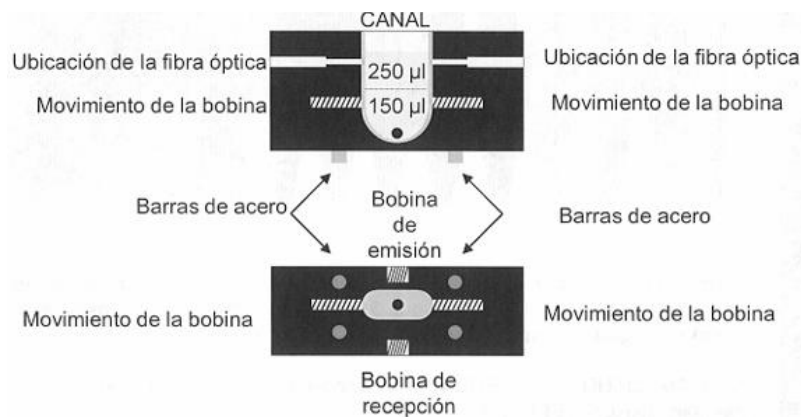
Figura 2-55 Células

Las 3 etapas de la hemostasia son las siguientes:



La **hemostasia** es un sistema de control y equilibrio entre la coagulación y la fibrinólisis. La **coagulación** es un sistema para detener la pérdida de sangre debido al daño de los vasos sanguíneos. La **fibrinólisis** es un sistema para descomponer coágulos y eliminar coágulos innecesarios.

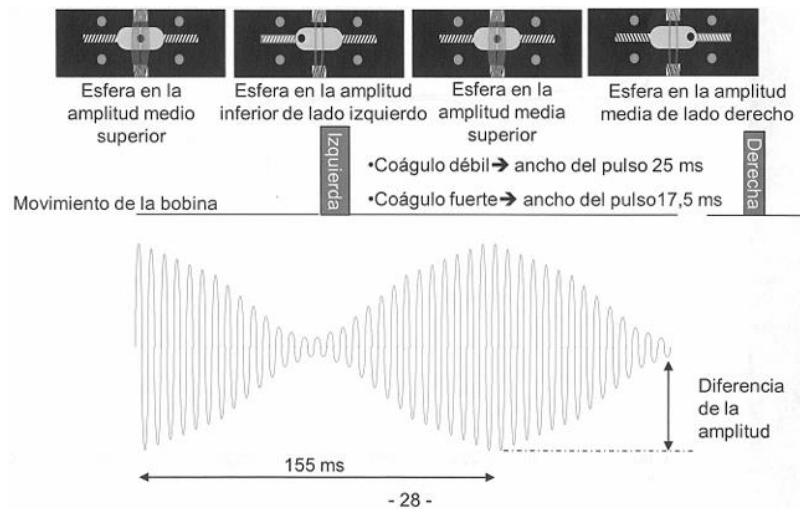
- **Cronometría:** este método se basa en medir el tiempo que toma el proceso de coagulación, las pruebas se realizan en una cubeta de 400µl, la cual contiene una esfera de acero. La curva de la cubeta ayuda que la esfera oscile correctamente. En la parte superior del canal se encuentra el trayecto de luz, se utiliza fibra óptica para la calorimetría e inmunología. La parte inferior del canal consta de 4 bobinas y 4 barras de acero que proporcionan calor alrededor de la cubeta. El movimiento de las bobinas atrae a la esfera hacia la derecha e izquierda, lo que provoca la oscilación de la esfera. La bobina de emisión genera un campo de frecuencia magnética alta, la cual recibe la bobina de recepción. El acoplamiento depende de la posición de la esfera. Referencia en figura 2-56.



Fuente: Documentos internos

Figura 2-56 Cronometría

La diferencia de amplitud se escanea cada 155 ms, los valores se guardan y se transmiten en la tarjeta de medición del CPU (ver figura 2-57).



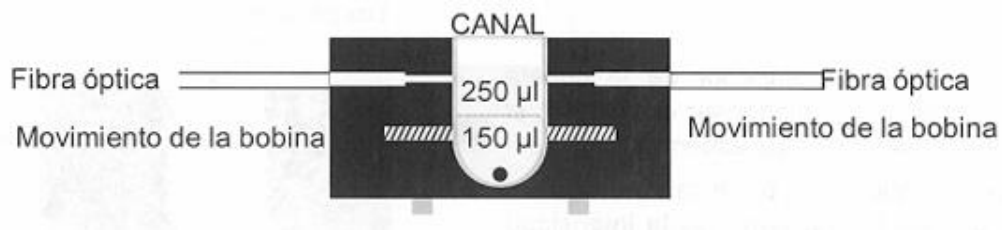
Fuente: Documentos internos

Figura 2-57 Cronometría

Cuando la viscosidad es estable, la oscilación de la esfera también es estable, la oscilación de la esfera se mide por 3 segundos antes de dispensar el reactivo de partida y se guarda como amplitud de referencia.

La coagulación se lleva a cabo una vez que se dispensa el reactivo de partida. Cuando la viscosidad aumenta, la oscilación de la esfera también aumenta, la tarjeta de medición CPU calcula la media general y la media variable. Las medias variables se refieren a las medias de 4 oscilaciones sucesivas.

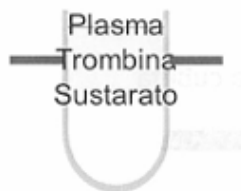
- **Fotometría:** La fotometría se basa en la medición de la absorbancia monocromática a través de una cubeta en donde se lleva a cabo la reacción cromogénica. Las pruebas se realizan en una cubeta de 400  $\mu\text{l}$  con una esfera de acero como se aprecia en la figura 2-58. La esfera sigue oscilando durante las pruebas fotométricas, la esfera nunca interrumpe el trayecto de luz.



Fuente: Documentos internos

Figura 2-58 Fotometría

- **Método calorimétrico:** El reactivo es un exceso de trombina y este con el tiempo cambia el color del sustrato (ver figura 2-59). La antitrombina del plasma del paciente bloquea una parte de la actividad del reactivo, el cambio de color es poco, el equipo usa un filtro azul de 405 nm sensible a la luz amarilla.



Fuente: Documentos internos

Figura 2-59 Método calorimétrico

- **Método inmunológico:** El reactivo está conformado de esferas de látex recubiertas con anticuerpos, el reactivo no es transparente debido a dichas esferas. El antígeno del plasma del paciente crecerá con los anticuerpos de

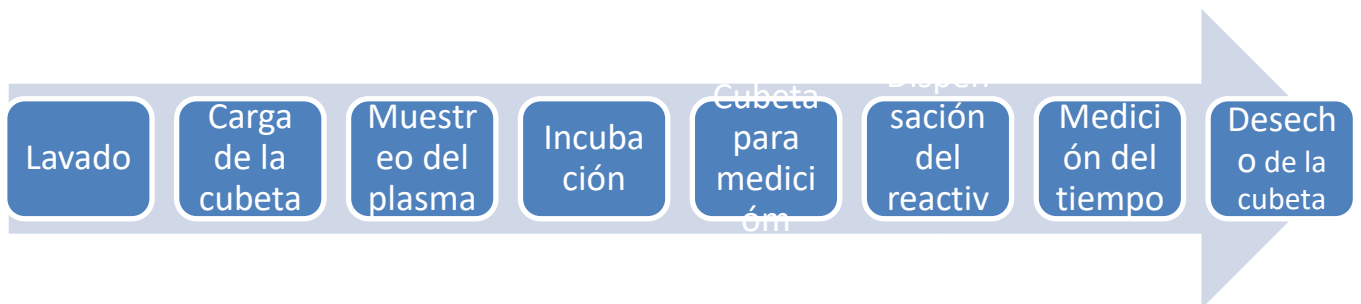
los reactivos. Si las esferas parecen estar más grandes, quiere decir que la transparencia cambió. El equipo usa un filtro verde a 540 nm.



Fuente: Documentos internos

Figura 2-60 Método inmunológico

El proceso para realizar una prueba es el siguiente:

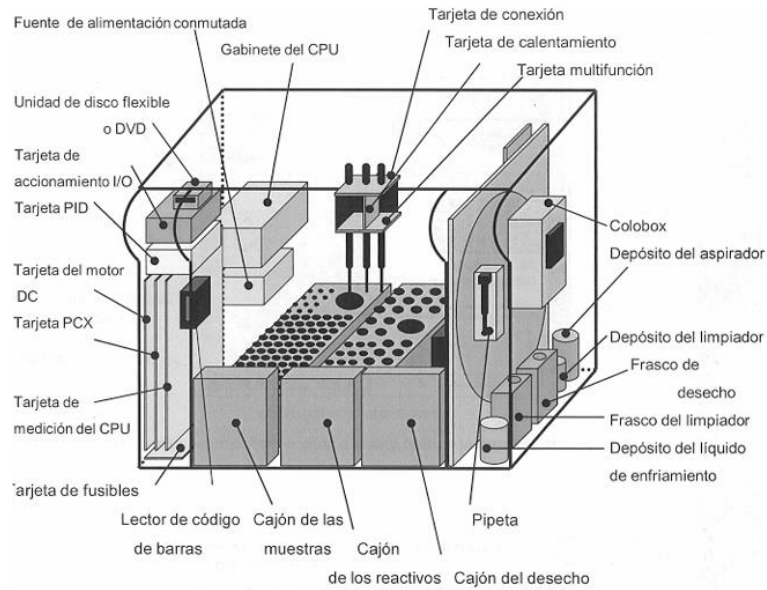


- Lavado: Las agujas se lavan en su respectiva estación de lavado.
- Carga de la cubeta: una cubeta es cargada en la lanzadera para ser recogida por el brazo n°2 para luego ser transportada a la zona de incubación.
- Muestreo del plasma: el plasma se muestrea con la aguja n°1 que se detiene en la superficie del líquido. Esta aguja también perfora tubos.
- Incubación: el equipo espera el tiempo necesario para calentar el medio a temperatura ambiente: 37°. El tiempo de incubación inicia en cuanto se proporciona el plasma en la cubeta.
- Cubeta para medición: Antes de que el tiempo de incubación termine, la cubeta se cambia de la posición de incubación a la posición de medición, se verifica la oscilación de la esfera.
- Dispensación del reactivo: El reactivo de partida se muestrea con la aguja 3, posteriormente se dispensa en la cubeta.
- Medición: la reacción se lleva a cabo, una vez que se dispensó el reactivo de partida, con el incremento de la viscosidad, la oscilación de la esfera incrementa y se detiene.
- Desecho de la cubeta: El brazo n°2 recoge la cubeta de la zona de medición y la lleva al cajón de desechos.

### 2.3.2 Componentes principales

La estructura del analizador está compuesta de diversos componentes principales que trabajan en manera conjunta garantizando resultados confiables y rápidos, a continuación, en las siguientes figuras se mostraran las piezas principales.

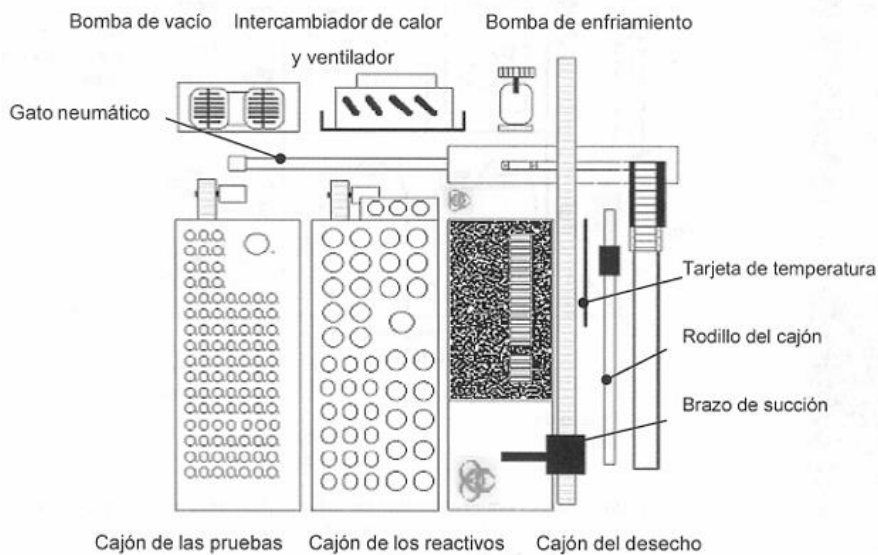
- Vista frontal del equipo (figura 2-61).



Fuente: Documentos internos

Figura 2-61 Vista frontal

- Vista superior del equipo (figura 2-62).



Fuente: Documentos internos

Figura 2-62 Vista Superior

### 2.3.3 Procedimientos de operación

Para el funcionamiento diario del equipo se debe realizar el mantenimiento diario, que consta en los siguientes pasos, mostrados en la figura 2-63.

**Mantenimiento Específico para Instrumentos con Opción de Aguja de Perforación\***

	Cómo	Menú	Comentarios
<b>DIARIAMENTE</b>			
<b>Limpiar la Aguja de Perforación durante 10 min. en solución Desorb U.</b>	Cargar un tubo con 5 mL de Desorb U. Clickar en el campo "Diario" Luego de la limpieza, secar la aguja de arriba a abajo con un papel seco	Aclarado / Limpiar aguja de Perforación	No utilizar mandril en la aguja de perforación
<b>Reemplazar la Aguja de Perforación</b>	Reemplazo de la aguja de perforación	Mantenimiento / Cambiar las agujas	Cada 100 000 perforaciones o cuando el contador de perforaciones llegue a 0


\* Solución de Decontaminación: cloro activo 0.37%. Ver instrucciones al dorso. \*\* Remitirse al procedimiento de mantenimiento específico de la aguja de perforación al dorso.

Fuente: Documentos internos


Figura 2-63 Mantenimientos usuario

**2.3.4 Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo recomendado por fábrica tiene una frecuencia 6 meses, a continuación, los chequeos realizados durante el mantenimiento según corresponda.



**STA COMPACT MAX**



**PROTOCOLO DE MANTENCIÓN PREVENTIVA**  
Formulario de Control

N° Serie: \_\_\_\_\_ N° Orden de Servicio \_\_\_\_\_

Cliente: \_\_\_\_\_ Nombre y Firma Cliente \_\_\_\_\_

Técnico: \_\_\_\_\_ Firma Técnico \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_-

**INDIQUE ITEM REALIZADO (con una "X") y TIPO A/B (con un círculo):** Tipo: 

A	B
---	---

- 1.- Verificar con el cliente, fallas recientes.
- 2.- Limpieza de cargador de cubetas, bloque de medición, cajones, radiador.
- 3.- Verificar T°: Cajón de reactivos \_\_\_\_\_ (36° ±1°C), Sonda N°3 \_\_\_\_\_ (42° ±0,5°C) y bloque de medición \_\_\_\_\_ (37° ±0,5°C)
- 4.- Chequeo volumen dispensación(ml) sonda #1: \_\_\_\_\_ /#2: \_\_\_\_\_ /#3: \_\_\_\_\_
- 5.- Chequeo Vacío Estación Lavado (mbar) pocillo #1: \_\_\_\_\_ /#2: \_\_\_\_\_ /#3: \_\_\_\_\_
- 6.- Rellenar reservorio de refrigerante
- 7.- Verificación de ventiladores
- 8.- Verificar detección posiciones de Drawers muestra/producto (ajustar si corresponde)
- 9.- Reemplazo de:
  - a.- Tubería valvula sonda muestra -- (solo en modelo cap piercing)
  - b.- Reemplazo de teflon y o-ring -- (solo en modelos con Hamilton)
  - c.- Reemplazo de tubería de sondas -- [1] vez al año
  - d.- Reemplazo de succionador de cubetas -- [1] vez al año
  - e.- Reemplazo de filtro de aire bloque fotométrico -- [1] vez al año
  - f.- Reemplazo de filtro de papel
  - g.- Reemplazo de filtro de aire exterior -- [1] vez al año
  - h.- Reemplazo de tuberías de jeringa/PSR -- [1] vez al año
  - i.- Reemplazo de filtro succionador
  - j.- Reemplazo de filtro interior de solución de limpieza
- 10.- Calibración de Temperatura
- 11.- Calibración Cronométrica
- 12.- Calibración Fotométrica (solo en equipos que procesen D-D y/o Factores)
- 13.- Realizar Mapping
 

	Well Position	Position No F4 Drawer 1	Position No 11 Drawer 2	Incubation Position No 16
ARM 1	Needle 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Needle 2	<input type="checkbox"/>	N/A	N/A
	Needle 3	<input type="checkbox"/>	N/A	N/A
ARM 2	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/>
- 14.- Endurance 60 ciclos
- 15.- Procesar Controles
- 16.- Procesar Muestras

**Límites de Variables**  
Jeringa Hamilton: 3 a 4 mL  
Módulo PSR: 3 a 5 mL  
Vacío: 550 mbar a 750 mbar

Obs: \_\_\_\_\_

Fuente: Documentos internos

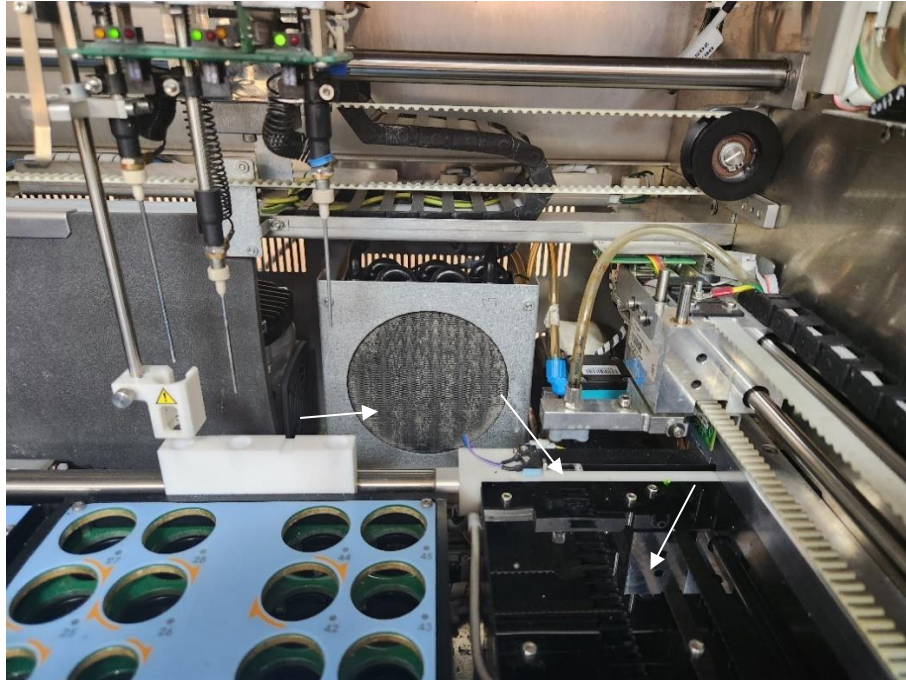
Figura 2-64 Protocolo CMAX

**1. VERIFICAR CON EL CLIENTE FALLAS RECIENTES.**

Antes de empezar a realizar el mantenimiento, lo ideal es verificar con el cliente si es que ha tenido problemas anteriores con el equipo, errores frecuentes o desempeño con algún ensayo.

**2. LIMPIEZA DE CARGADOR DE CUBETAS, BLOQUE DE MEDICIÓN, CAJONES, RADIADOR.**

En este punto se realiza limpieza o extracción de polvo de las partes señaladas en la figura 2-65.

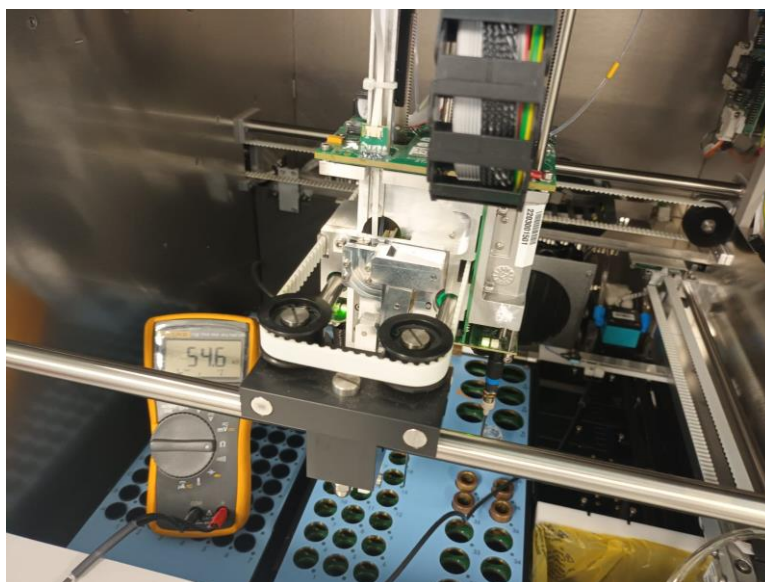


*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-65 Limpieza componentes

**3. VERIFICAR T° DE CAJÓN DE REACTIVOS, SONDA N°3 Y BLOQUE DE MEDICIÓN.**

Con un multímetro verificar las medidas correctas de temperatura (figura 2-66), para eso existe una tabla con valores para cada posición.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-66 Verificación temperatura

En la figura 2-67 se ven los parámetros de la tabla anteriormente mencionada. El multítester debe estar en “ $\Omega$ ”, si el valor está fuera de rango, se mueve el potenciómetro de precisión que corresponda para realizar el ajuste. Es importante esperar el tiempo de estabilización para poder reflejar el resultado real.

CompactMax				
Reference zone	resistance	temperature	Measurement point	stabilized
Arm 3 pipetting head temperature	45.5 KOhm (44,5<R<46,2)	42°C +/- 0,5°C		1/4 hour
Measurement block temperature	54.5 KOhm (53,5<R<55,6)	37°C +/- 0,5°C	Incubation 1 Incubation 16 Measurement 4 potentiometer P2	1/4 hour
Cooling unit set point	123.6 KOhm (121,1<R<126,3)	17°C +/- 1°C	potentiometer P1	1/4 hour

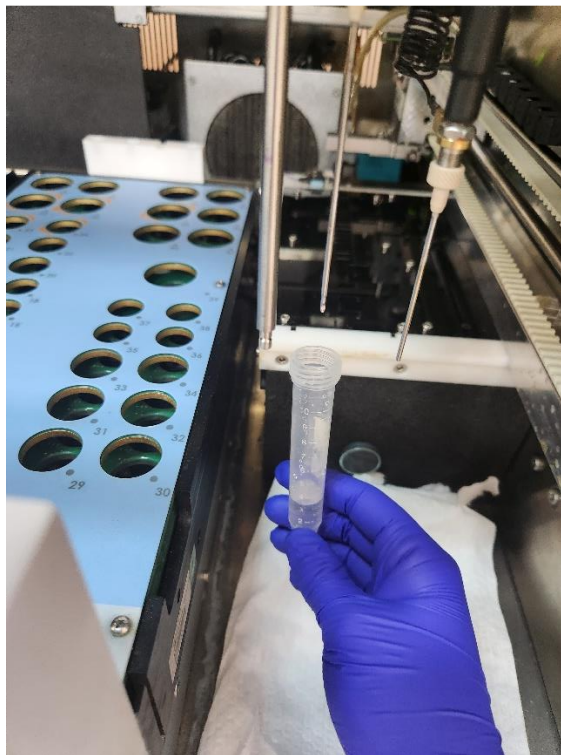
Fuente: elaboración propia

Figura 2-67 Parámetros temperatura

#### 4. CHEQUEO DE VOLUMEN DISPENSACIÓN

Para esta prueba se chequea el volumen dispensado de cada aguja (1, 2 y 3), los valores deben estar entre 3 ml y 5 ml. También se deben observar los chorros, deben ser derechos para las agujas n°2 y n°3 e inclinados levemente para la aguja de perforación n°1.

En la figura 2-68 se muestra un tubo graduado para verificar la precisión de la dispensación.

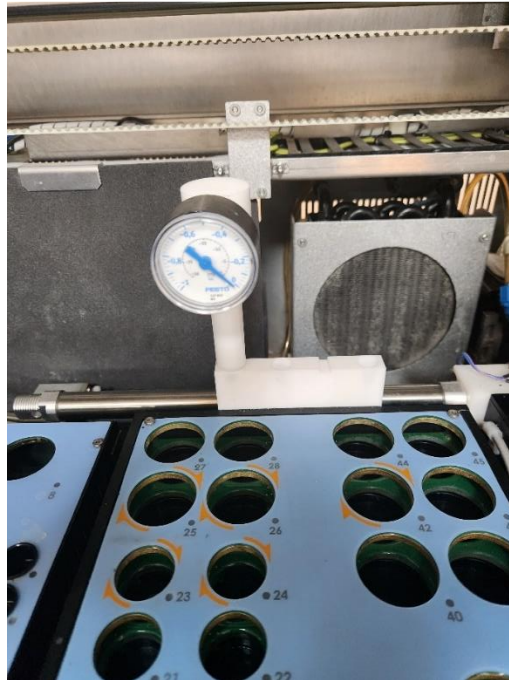


Fuente: elaboración propia

Figura 2-68 Chequeo dispensación

## 5. CHEQUEO VACÍO ESTACIÓN DE LAVADO

En este punto se chequea el vacío correspondiente para cada estación de lavado de cada una de las agujas, los valores deben mantenerse entre los 550mbar y los 750mbar. Si no se cumplen estos parámetros, se debe verificar el funcionamiento de la bomba de vacío. Procedimiento realizado en figura 2-69.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-69 Chequeo vacío

## 6. RELLENAR RESERVORIO DE REFRIGERANTE

En este punto se debe verificar el nivel de líquido refrigerante del equipo, referencia en figura 2-70. Si el nivel se encuentra muy bajo, en algún momento de la mantención se apaga el equipo y se rellena, importante no hacerlo con el equipo encendido, ya que se pueden dañar las peltiers.



*Fuente: documentos internos*

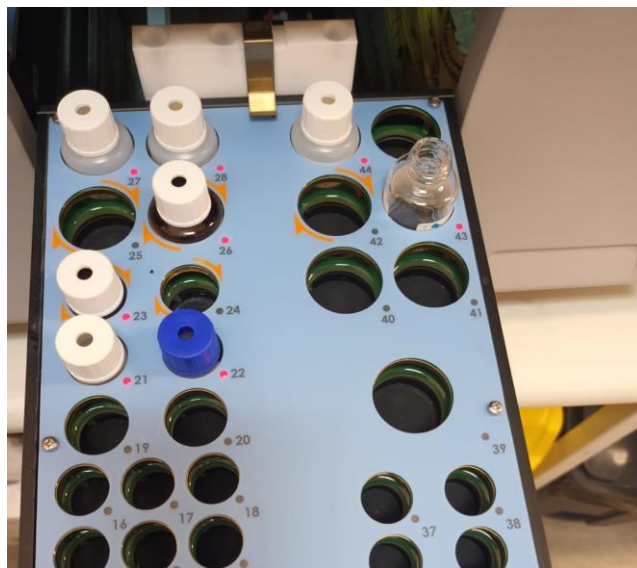
Figura 2-70 Reservorio refrigerante

## 7. VERIFICAR VENTILADORES

Se verifica el correcto funcionamiento de los ventiladores del equipo y que no presenten ruidos.

## 8. VERIFICAR DETECCIÓN DE DRAWERS

Cada posición cuenta con 1 sensor emisor y 1 sensor receptor, que indican la presencia de un vial. Se verifican que todas las posiciones se encuentren funcionando y que no existan posiciones “fantasmas”; estas se presentan cuando se retira un vial y la luz roja de presencia queda encendida, ya sea por suciedad o problemas del cajón. En la figura 2-71 se visualiza el cajón de productos.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-71 Cajón de productos

## 9. REEMPLAZO DE COMPONENTES

Son diversos componentes que se reemplazan según el tipo de mantención, A o B, estos consisten en tuberías, filtros para soluciones, filtro de papel, goma de succión y ventilador externo (Ver figura 2-72).



*Fuente: elaboración propia*

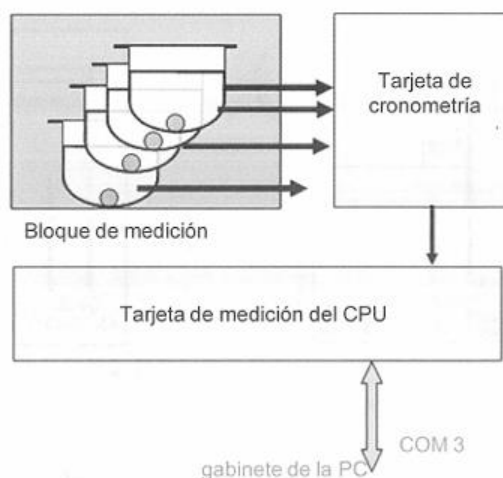
Figura 2-72 Reemplazo Filtros

## 10. CALIBRACIÓN DE TEMPERATURA

Como se vio anteriormente en el punto 3, si la temperatura está fuera de rango, se debe realizar la calibración correspondiente.

## 11. CALIBRACIÓN CRONOMÉTRICA

Para realizar esta calibración se ingresa al menú de servicio, al apartado de calibraciones, seleccionar calibración cronométrica, luego debemos colocar 4 cubetas con 300  $\mu$ l de agua destilada en las posiciones de medición (ver figura 2-73). Una vez listo, iniciar calibración; si funciona correctamente, saldrá un mensaje de procedimiento realizado con éxito, si no, verificar movimiento de las bobinas.

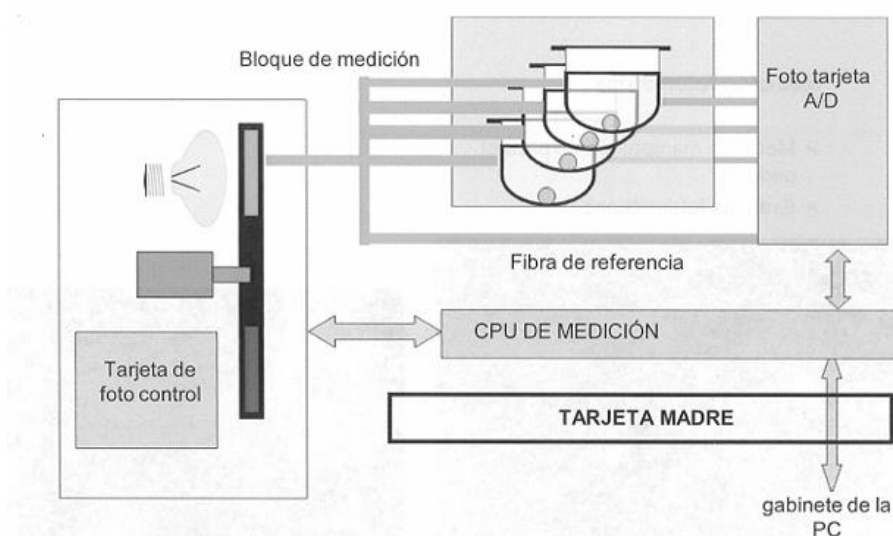


Fuente: documentos internos

Figura 2-73 Calibración cronométrica

## 12. CALIBRACIÓN FOTOMÉTRICA

Para esta calibración realizar el mismo procedimiento mencionado anteriormente con las cubetas, la diferencia está en el cuadro de valores que nos aparecerá en pantalla, de los cuales ninguno debe ser mayor a 1 (ej. 0.524). Procedimiento mostrado en figura 2-74.

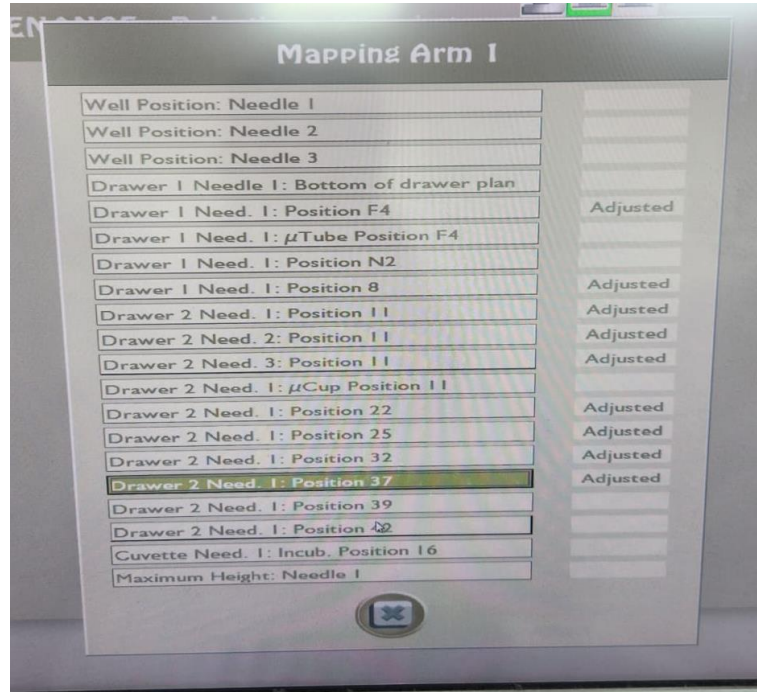


Fuente: documentos internos

Figura 2-74 Calibración fotométrica

### 13. REALIZAR MAPPING

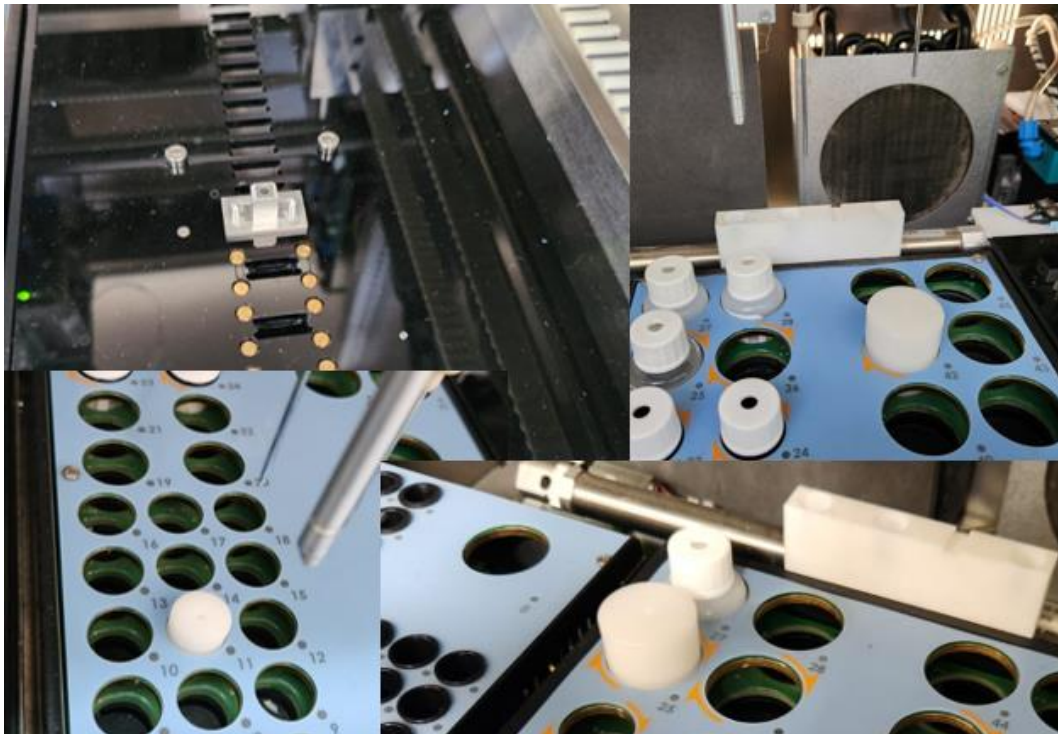
El mapping consiste en la calibración para las posiciones mostradas en la figura 2-75, esta calibración sirve para que las agujas entren correctamente a todas las posiciones, guardando coordenadas.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-75 Mapping

Estas se realizan con herramientas especiales entregadas por el fabricante, mostradas en la figura 2-75.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-76 Herramientas mapping

#### 14. ENDURANCE 60 CICLOS

El endurance consta de un procedimiento donde el equipo entra en modo demo, el equipo realiza los procedimientos como si tuviera muestras reales. Para llevarlo a cabo se deben extraer todos los viales o muestras cargadas. Este procedimiento es esencial para verificar el funcionamiento del equipo después de la mantención, ya que podemos detectar errores antes de la puesta en marcha.

#### 15. PROCESAR CONTROLES

Una vez terminado el mantenimiento y todo esté correcto, pedirle al usuario que cargue los controles y validar los resultados.

#### 16. PROCESAR MUESTRAS

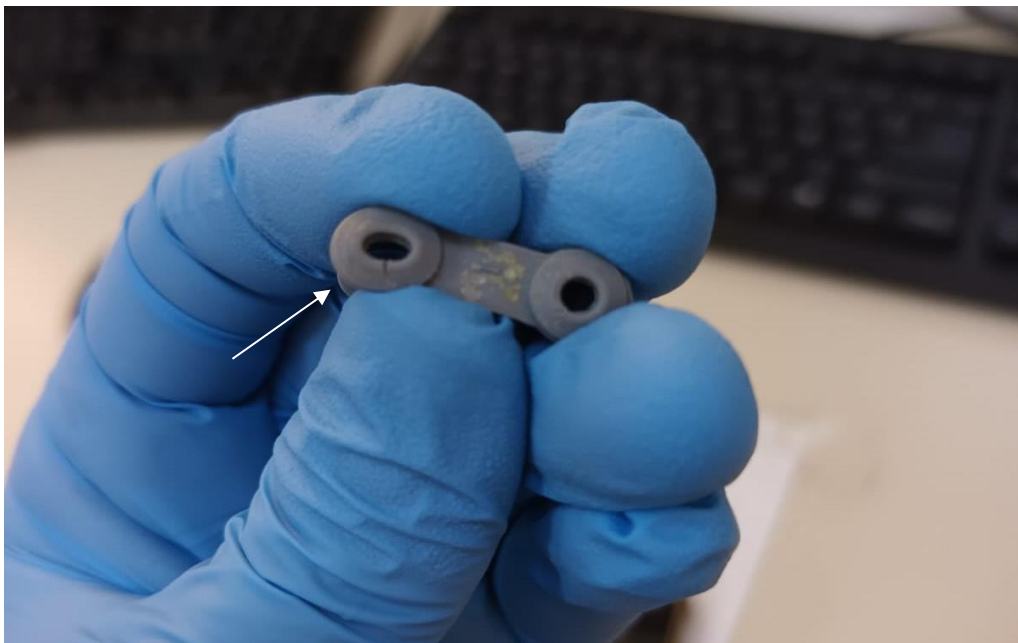
Después de los controles, procesar muestras nuevas o anteriormente procesadas para verificar funcionamiento o que valores antiguos sean los mismos, verificando la reproducibilidad del equipo.

Una vez terminado, debemos firmar nuestro protocolo con el cliente y cerrar la orden de servicio.

#### 2.3.5 Mantenimiento correctivo

En esta sección se dará a conocer las fallas más comunes del equipo Compact Max, su origen o posible causa:

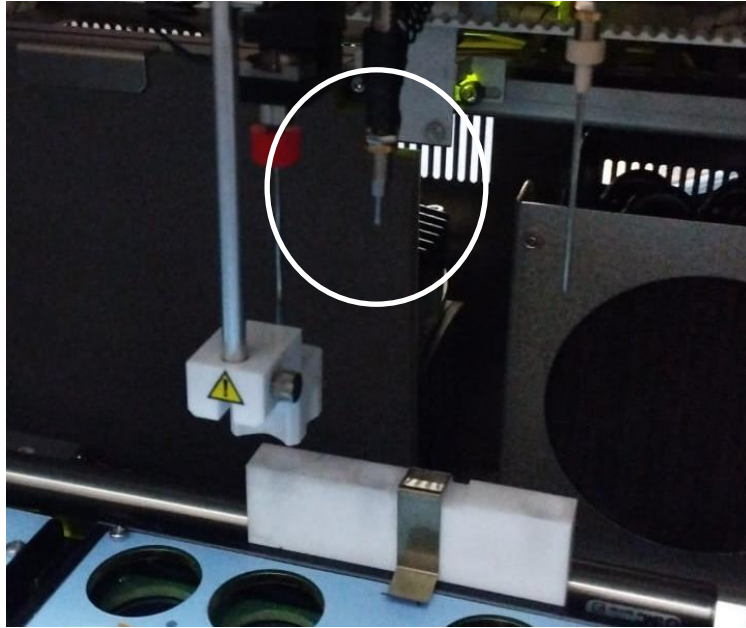
- **Problema de agarre en las cubetas:** La goma que permite succionar las cubetas para moverlas dentro del equipo, muchas veces por desgaste suele agrietarse, lo que genera pérdida de vacío y las cubetas se caen antes de tiempo o simplemente no se pueden agarrar. En la figura 2-76 se ve una goma rota.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-77 Goma de succión

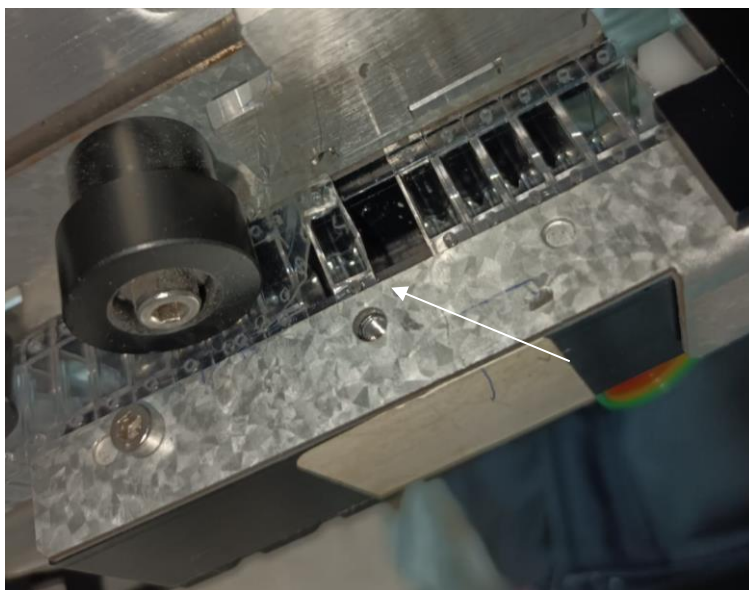
- **Errores movimientos X, Y, Z:** Las agujas n°2 y n°3 son sensibles a los golpes, ya que estas no perforan tubos como la aguja n°1. Esto significa que, si por algún error de usuario un vial es colocado con tapa, que es algo muy frecuente, la sonda se termine partiendo, como se muestra en la figura 2-77. Estos errores también pueden ser causados por falta de mapping o algún otro objeto que impida el libre movimiento.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-78 Sonda rota

- **Atasco de cubetas:** Este es un error muy común del equipo, en el tren de carga de las cubetas de una de forma aleatoria queda atascada (ver figura 2-77), lo que provoca que no puedan seguir avanzando para ser trasladadas por la lanzadera, para solucionarlo se extraen de forma manual las cubetas rotas y los pedazos que pueden quedar en el camino, este error se produce también cuando el usuario carga un rollo de cubetas y lo deja demasiado apretado o hasta el final del tren.

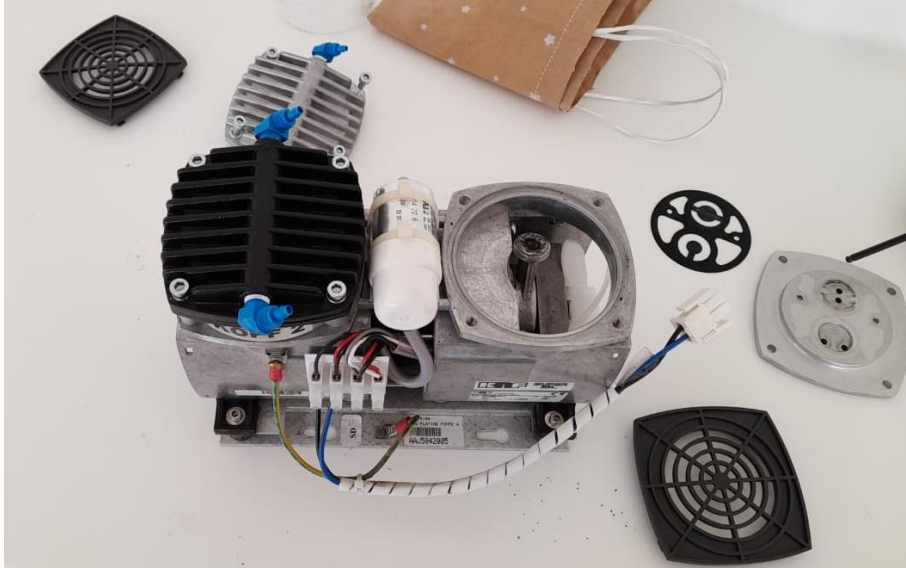


*Fuente: elaboración propia*

Figura 2-79 Sonda rota

- **Problemas de vacío:** Cuando se presentan errores de vacío y no existen fugas en alguna manguera, queda realizar el reemplazo de las membranas de la bomba, ya que estas se desgastan con el tiempo y el uso frecuente del equipo.

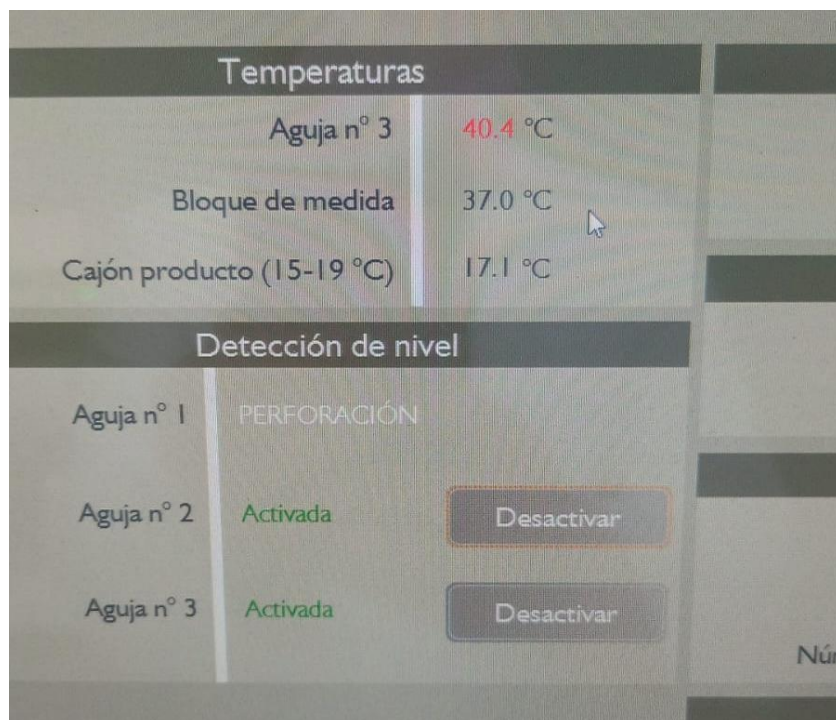
En la figura 2-80, se está realizando el procedimiento de cambio de membranas.



Fuente: elaboración propia

Figura 2-80 Reemplazo membranas

- **Problemas de temperatura:** Este error no se presenta de manera frecuente. Aquí es importante detectar el origen del problema, verificar si la temperatura corresponde con el multímetro. Si no corresponde, se ajusta con el potenciómetro, si corresponde, solo será necesario calibrar el sistema para confirmar que esa es la temperatura adecuada. En la figura 2-81 se presenta error de temperatura por sistema.



Fuente: elaboración propia

Figura 2-81 Temperatura fuera de rango

**CAPÍTULO 3: SÍNTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

### **3. SÍNTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

En este capítulo se presentan las conclusiones generales del trabajo realizado, evaluando el cumplimiento de los objetivos planteados y destacando los aportes realizados al área de estudio.

#### **3.1 CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS**

A lo largo de este trabajo, se propusieron y lograron los objetivos mencionados anteriormente de los cuales permitieron analizar y describir procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo en equipamiento diagnóstico, basados en la experiencia adquirida durante la pasantía en Tecnigen.

##### **3.1.1 Objetivo general**

*“Analizar y describir los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo en equipamiento diagnóstico, basado en la experiencia adquirida en Tecnigen”.*

Este objetivo se cumplió al documentar todos los procedimientos realizados, destacando la importancia del mantenimiento para garantizar resultados confiables y la operatividad continua del equipo.

##### **3.1.2 Objetivos específicos**

*“Explicar el procedimiento y documentación de los mantenimientos preventivos”.*

Se alcanzó al detallar los pasos seguidos durante las rutinas de mantenimiento preventivo en los equipos seleccionados, respaldando la información con protocolos y registros documentados.

*“Describir el funcionamiento del equipamiento seleccionado”*

Este objetivo fue cumplido al analizar y explicar los principios de funcionamientos de los equipos Architect C8000, i2000sr y Compact Max 3, facilitando la comprensión de su operatividad y su relación con los procedimientos de mantenimiento.

*“Analizar y exponer las fallas más comunes detectadas durante la pasantía”*

Se lograron identificar y analizar las principales fallas recurrentes en los equipos, soluciones para las mismas y como evitarlas.

#### **3.2 APRENDIZAJE Y CONTRIBUCIONES DE LA PASANTÍA**

Durante el desarrollo de esta pasantía, se adquirieron conocimientos fundamentales sobre el mantenimiento preventivo y correctivos de equipos de diagnóstico utilizados en laboratorios y/o Hospitales. Uno de los primeros y más importante aprendizaje fue comprender realmente en qué consiste un mantenimiento preventivo y su impacto en la operatividad de los equipos, al tener



esta base fue esencial, ya que a partir de esto pude interiorizar los procedimientos técnicos, la planificación de intervenciones y la importancia de una ejecución meticulosa para prevenir fallas. Además de los aspectos técnicos, esta experiencia me permitió desarrollar habilidades en la gestión administrativa del servicio técnico, incluyendo la redacción de correos formales y la correcta atención a clientes. Aprendí la importancia de saber presentar un informe técnico sobre una intervención de manera clara y concisa, pudiendo explicar los procedimientos realizados sin recurrir a excesos de tecnicismos que podrían dificultar la comprensión del usuario. Del mismo modo se comprendió como tratar con las personas en un ámbito profesional, desde la comunicación con clientes y compañeros hasta la manera en cómo me presento ante los demás, respondiendo consultas con seguridad y claridad.

Otro aprendizaje valioso fue entender cómo funciona el flujo de trabajo en un laboratorio, desde la recepción de muestras hasta los procesos de análisis y la interpretación de un resultado, esto me permite comprender la importancia del equipamiento en perfecto estado para no interrumpir el flujo de trabajo, pero aún más importante, tener la conciencia que al final del día es un resultado de un paciente

### 3.2.1 Aprendizaje sobre sistemas de dosificado

Uno de los aprendizajes más relevantes e interesantes fue el conocimiento sobre los sistemas de dosificación utilizados en los equipos de laboratorio, estos principalmente están presentes en **Architect i2000 y Alinity i**, antes de la pasantía no se tenía el conocimiento del funcionamiento de estas; sin embargo, gracias a compañeros y al material de estudio se logró comprender como operan y la aplicación que tienen en los procesos de análisis clínicos. Las jeringas de dosificación funcionan mediante el desplazamiento de un émbolo lineal controlado por un motor, por otro lado, las bombas dosificadoras FMI, descritas de esta manera por su marca (Fluid Metering Inc.), utilizan un pistón cerámico con movimiento giratorio y lineal simultáneo, ofrecen una mayor precisión y repetibilidad. A continuación, se presenta una tabla comparativa que resume las principales similitudes y diferencias entre ambas.

Tabla 3-1 Comparación componentes

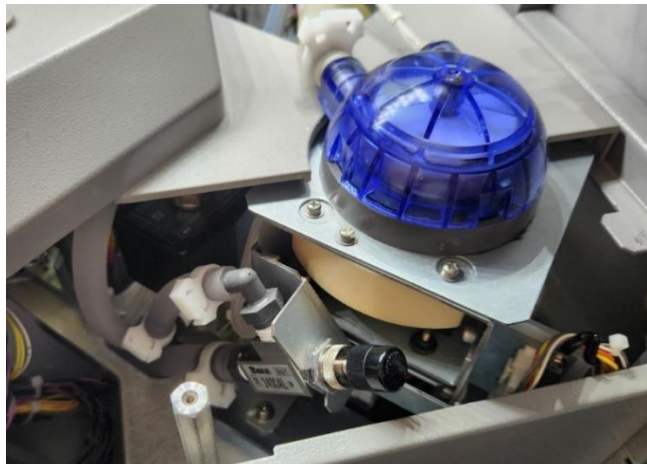
	JERINGAS	BOMBAS FMI
ASPECTO		
PRINCIPIO	Desplazamiento lineal del émbolo.	Mecanismo de pistón cerámico que se mueve dentro de un cilindro, proporcionando un control volumétrico muy preciso del fluido que se bombea
USO COMÚN	Dosificación puntual de volúmenes específicos. Por ejemplo, la aspiración de reactivos o muestras según corresponda.	Flujo continuo preciso para análisis clínico y químico
MATERIALES	Plástico resistente, vidrio.	cerámica y plásticos resistentes
PRECISIÓN	Alta, a veces puede variar por el desgaste del émbolo.	Mayor precisión y repetibilidad debido al mecanismo de pistón cerámico (purgado, lavados, etc.).

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2 Aprendizaje de bombas

Las bombas peristálticas son un componente clave en los equipos de laboratorio, vistos en equipos como iSED, Alinity C, Architect C8000 C4000, estos permiten el transporte preciso de líquidos sin riesgo de contaminación cruzada, estas generalmente son reemplazadas en los mantenimientos anuales de cada equipo.

Su principio de funcionamiento se basa en la compresión de un tubo flexible mediante rodillos giratorios, en la figura 3-1 se logra ver una bomba peristáltica cubierta con carcasa azul.



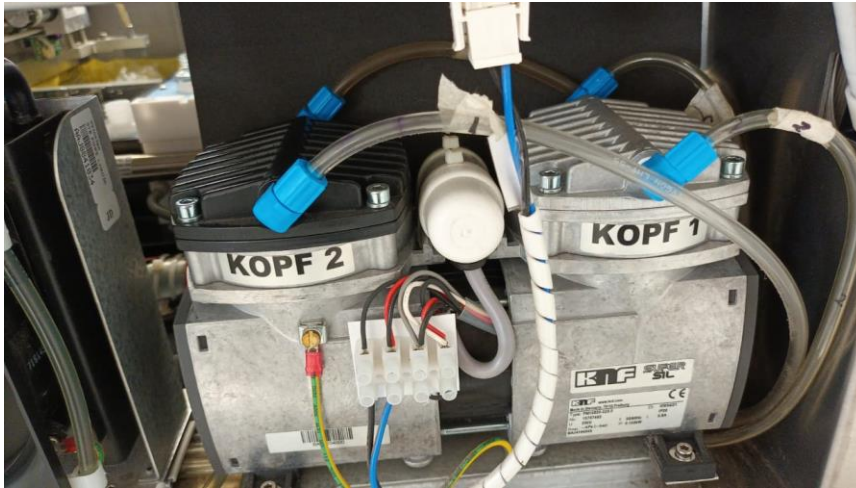
Fuente: elaboración propia

Figura 3-1 Bomba peristáltica Alinity

### 3.3.3 Aprendizaje de bombas de vacío

Las bombas de vacío son componentes fundamentales en diversos equipos de laboratorio, estas bombas se utilizan en el sistema de control de líquidos, permitiendo la aspiración y eliminación de residuos mediante un mecanismo de membranas y válvulas de regulación.

Si bien el cambio de membranas es según necesidad, es decir, cuando presentan alguna falla o pérdida de vacío, durante la pasantía se tuvo la oportunidad de aprender sobre el funcionamiento de esta y realizar mantenimiento correspondiente



*Fuente: elaboración propia*

Figura 3-2 Bomba de vacío compact

### 3.3.4 Contribuciones al trabajo

En cuanto a contribuciones, mi participación se vio enfocada en el mantenimiento y reparación de diversos equipos, permitiendo su operatividad y reduciendo tiempos de inactividad. Asimismo, se aportó al equipo de trabajo mediante la aplicación de conocimientos en electrónica, por otra parte, también se realizó informes técnicos para la gestión de cambios de UPS y aportes tales como el reacondicionamiento de repuestos en equipos de baja para su reutilización, permitiendo mejoras en la eficiencia de los procedimientos y reduciendo costos de repuestos para la empresa.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 3-3 Jeringas reacondicionadas

En la figura 3-3 se puede observar jeringas después del reacondicionamiento.

Por último, esta pasantía no solo fortaleció conocimientos técnicos, sino que también brindó herramientas claves en el ámbito de la comunicación y gestión para desenvolverse mucho mejor en un entorno profesional real y a su vez comprender la importancia del servicio técnico eficiente orientado al usuario que logra brindar asistencia técnica.

### **3.4 EVALUACIÓN DE LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA**

La formación recibida durante la carrera fue clave para enfrentar los distintos desafíos técnicos y administrativos de esta pasantía. Entre las habilidades destacadas se encuentran la resolución de problemas, la interpretación de manuales técnicos, uso adecuado de los instrumentos.

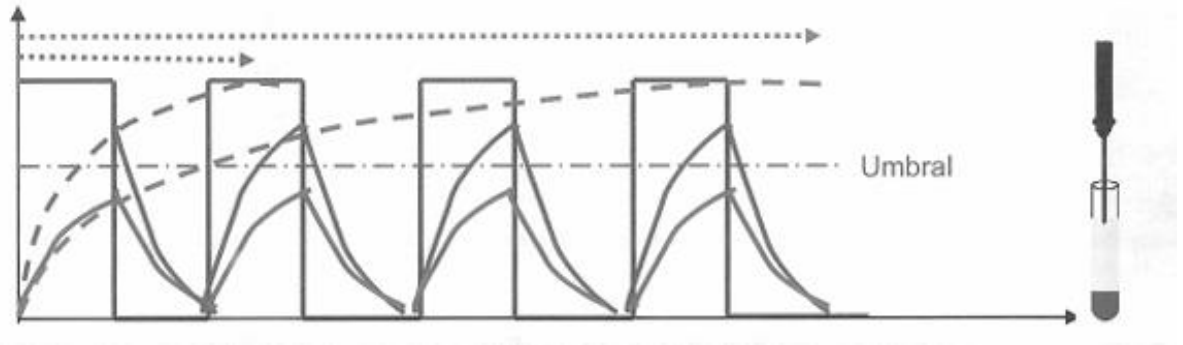
#### 3.4.1 Conocimientos entregados por la universidad

Es preciso señalar que, dentro de lo enseñado durante la carrera de técnico universitario en electrónica, todas las asignaturas forman parte de un entramado que forja una base sólida de conocimientos. Sin embargo, la relevancia de ciertas materias varía según el área de especialización en la que se desarrolla la práctica profesional. En el caso de la pasantía realizada en Tecnigen, los conocimientos más relevantes para el desempeño en el mantenimiento de equipos de diagnóstico fueron el uso de instrumentos de medición, electrónica básica e industrial, instrumentación industrial y máquinas eléctricas. No obstante, también se identificaron áreas en las que se requiera un aprendizaje completo, como la comprensión de documentación en inglés, el manejo de software especializado y conocimientos básicos de mecánica, los cuales no formaban parte del plan de estudios.

#### 3.4.2 Materias clave

- **Electrónica básica y avanzada:** Principios de circuitos eléctricos, componentes electrónicos y análisis de señales.

la asignatura proporciona los fundamentos iniciales para comprender el funcionamiento de circuitos electrónicos, resistencias, capacitores, transistores, circuitos integrados, diodos, sistemas de control, son algunos de los componentes estudiados, estos conocimientos se aplicaron para el diagnóstico y mantenimiento de equipos.



Fuente: documentación interna

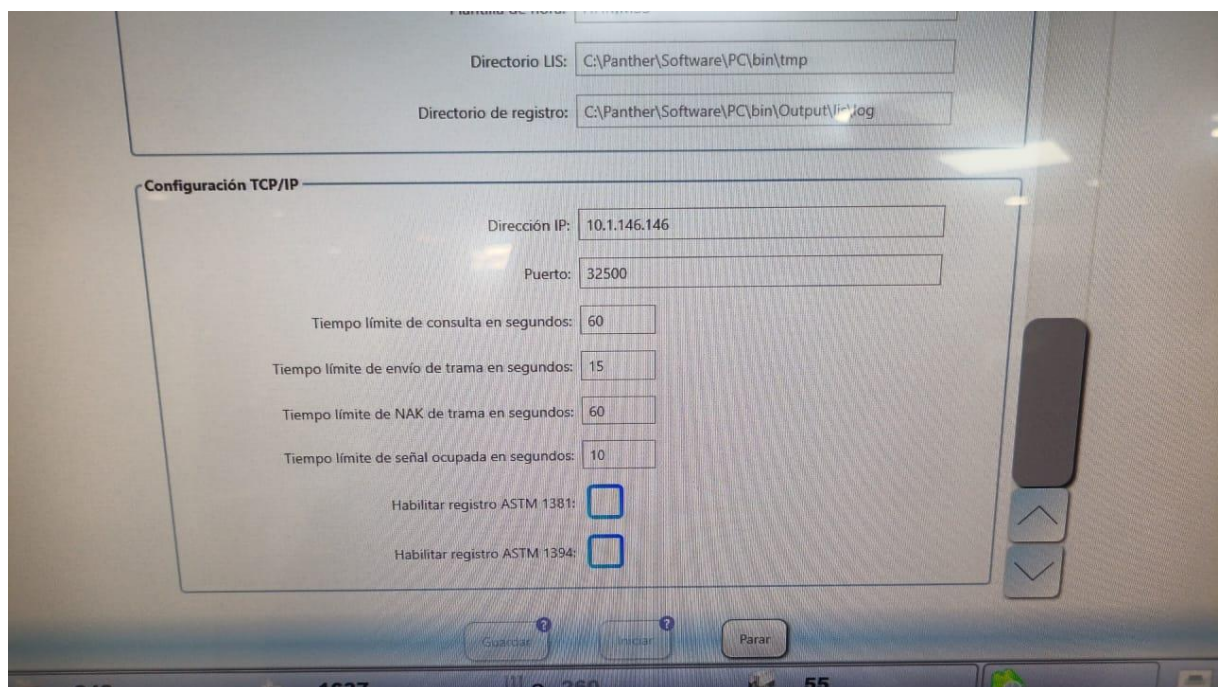
Figura 3-4 Circuito RC

En la figura 3-4 se muestra un circuito RC para la interpretación de la detección de líquido para la sonda de muestra de un compact Max 3.

- **Telecomunicaciones y redes:** Principios y fundamentos de señales, redes y protocolos de comunicación.

Los principales protocolos de comunicación y más comunes en los equipos son TCP/IP (HL7), Serial o archivo.

En la figura 3-5 se logra ver la configuración de cambio de IP que se realizó para un cambio de interfaz en el equipo, esto es esencial para la comunicación entre el equipo y el sistema informático del laboratorio.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-5 Protocolo TCP/IP

- **Automatización y control:** Sensores, actuadores, controladores y PLC en sistemas industriales.

En la figura 3-6 se puede observar un variador de frecuencia utilizado para un conveyor en el equipo preanalítico Pathfinder.



*Fuente: Elaboración propia*

Figura 3-6 Variador de frecuencia

### 3.4.3 Uso de instrumentos de medición

El instrumento de medición más usado en terreno fue el multímetro FLUKE 116, mostrado en la figura 3-7, usado en este caso para la medición de resistencia (ohm), durante la pasantía fue utilizado para

- **Diagnóstico de fallas:** Permitió medir voltajes, resistencia, temperaturas y continuidad en los equipos, facilitando la detección de problemas eléctricos.
- **Mantenimiento preventivo:** Se utilizó para evaluar el estado de los sistemas eléctricos en los equipos, asegurando su correcto funcionamiento y evitando fallas futuras.
- **Facilidad de uso:** Su diseño compacto y su función de medición de temperatura fueron especialmente útiles en equipos que requerían monitoreo térmico.



*Fuente: Elaboración propia*

Figura 3-7 Multitester Fluke

#### 3.4.4 Trabajo en equipo

Al inicio de la pasantía, dependí de mi tutor y luego compañero del día a día, Felipe Valenzuela, quien me enseñó y me guio durante mis primeros pasos y tareas dentro de la empresa, esta dinámica fue enriquecedora, ya que él también fue un alumno de esta universidad, técnico universitario en electrónica y posterior ingeniería dentro de la misma, este factor hizo que la relación fuera más cercana y que el proceso de aprendizaje fuera aún más ameno y fluido.

Si bien el trabajo como técnico en el área de servicio técnico suele ser individual en muchas ocasiones me tocó trabajar con compañeros, siendo este un aspecto clave en Tecnigen. La colaboración entre colegas, el apoyo mutuo y la disposición de compartir conocimientos fueron fundamentales para mi integración en el equipo. En general, el grupo de trabajo en Tecnigen se caracteriza por ser un equipo cordial, con buen sentido del humor y siempre con la disposición de ayudar a los demás, lo que facilitó mi adaptación para sentirme parte de la empresa rápidamente. Otro aspecto relevante de mi experiencia fue que fui la única mujer técnica en el área de servicio técnico. Esto represento para mí un desafío adicional, ya que el rubro está mayormente compuesto por hombres, pero también me brindó la oportunidad de demostrar mis capacidades y aportar desde mi perspectiva. A pesar de la diferencia de género, siempre fui tratada con respeto y tuve la oportunidad de desempeñarme en igualdad de condiciones con mis compañeros, lo que refuerza la importancia de abrir más espacios para la participación de mujeres en áreas técnicas y/o industriales.



*Fuente: Documentos internos*

Figura 3-8 Capacitación interna

### 3.5 RECOMENDACIONES PARA LA FORMACIÓN PROFESIONAL

En vista de las exigencias del entorno laboral, se recomienda la posibilidad de incluir en la carrera contenidos específicos sobre equipos y/o áreas relacionadas, como equipos médicos, para preparar a los estudiantes en tecnologías emergentes. Sin experiencia en ese ámbito, la integración y comprensión de estos conocimientos pueden resultar difíciles.

Asimismo, sería beneficioso reforzar la formación en informática básica de hardware y software, durante la pasantía se otorgaron tareas como armar computadores, cambios de discos duros, formatear equipos e instalar sistemas operativos, la formación de la carrera toma más un enfoque de conectividad y redes.

Además, se recomienda que la universidad incorpore el uso del cautín en la enseñanza, dado que es una herramienta ampliamente utilizada en reparaciones y diversas instalaciones eléctricas. Del mismo modo, sería útil incluir conocimientos básicos sobre instalaciones eléctricas, ya que en este ámbito suelen requerirse habilidades para manipular circuitos, conexiones y componentes eléctricos de manera segura y eficiente.

Finalmente, se sugiere fortalecer el enfoque técnico en las clases de inglés, ya que el dominio del inglés técnico es fundamental para capacitaciones, comprensión de manuales, comunicación con empresas extranjeras y lectura de documentación especializada.

## CONCLUSIONES

La pasantía en la empresa Tecnigen fue una experiencia muy enriquecedora, tanto a nivel profesional como personal. Durante este período, tuve la oportunidad de familiarizarme con el funcionamiento de equipos de diagnóstico que no conocía previamente.

Gracias a la colaboración de mis compañeros y jefaturas, fui incentivada a buscar soluciones por mí misma, a presentarme como una profesional al frente de los demás o cualquier cliente. Aprendí sobre distintos temas, desde mecánica hasta hidráulica, que me ayudaron a ser una profesional más versátil. Si bien en un principio cuesta aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad, a medida que pasó el tiempo pude hacerlo de manera más fluida. Al inicio, solo podía comprender equipos básicos, pero al finalizar la pasantía ya podía comprender equipos mucho más complejos.

Finalmente, esta experiencia me dejó una reflexión importante: más allá de los procedimientos técnicos y administrativos, el mantenimiento de los equipos de laboratorio tiene un impacto directo en la salud de las personas. Cada equipo en funcionamiento es parte de un proceso en el que un paciente espera un diagnóstico, cualquiera que sea su finalidad. Por ello, tener plena conciencia de la responsabilidad que implica este trabajo y la importancia de ejecutarlo con precisión y compromiso es fundamental.

Además, la satisfacción de haber cumplido los objetivos propuestos durante la pasantía tiene un sentido de logro personal y profesional, al ver que los conocimientos adquiridos en la universidad fueron puestos en práctica de manera espontánea y exitosa, motiva para seguir aprendiendo y creciendo en mi campo.

En conclusión, la formación recibida en la Universidad Técnica Federico Santa María no solo proporcionó los conocimientos necesarios para ser técnico, sino valores y habilidades interpersonales que me ayudaron a relacionarme con compañeros, jefaturas y hasta clientes. A lo largo de la pasantía, muchas personas reconocieron la calidad de la formación técnica que me brindó la universidad, lo cual me hizo sentir orgullo de haber sido parte de esta institución. Esta experiencia permitió formar una persona integral.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- TECNIGEN [En línea]. < [<https://www.tecnigen.cl/>]>. [Consulta: Octubre – diciembre 2024].
- HISTORIA[En línea].<[<https://apisag.cl/socios/tecnigen/#:~:text=Fundada%20en%201968%20por%20Heriberto,con%20la%20llegada%20del%20nuevo> ] . < Consulta septiembre 2024
- LICITACIONES[En línea].<[<https://www.mercadopublico.cl/Home/Contenidos/QueEsLicitacion> ] >. [Consulta: octubre 2024].
- REACTIVOS[En línea].<[<https://pidiscat.cat/es/biologia/reactivos-clinicos?srsId=AfmBOoo9bZ9T2vaw1vAKLVlczShQ8VDIQVZnJ3nrzAxlOGeH0HDxZn5W>].<Consulta Octubre 2024].
- CONTROL DE CALIDAD [En línea]. <[ <https://www.imatecsalud.cl/blog/la-importancia-de-la-calidad-en-los-resultados-de-laboratorio/>]. <Consulta Octubre- diciembre 2024].
- BOMBAS DOSIFICADORAS [En línea]. < [<https://www.tecnicafluidos.es/bombas-dosificadoras-fmi-c-72-es>]. [Consulta marzo 2025].
- BOMBAS PERISTÁLTICAS [En línea]. <[ <https://www.debem.com/es/que-son-las-bombas-peristalticas-y-como-funcionan/>] . <Consulta Febrero -marzo 2025>.