

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y DE ENERGÍA**



**“MODELO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA
EQUIPOS DE ELECTROFORESIS CAPILAR DE
HOSPITALES DE LIMA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO
EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

DERLY ANDRÉS MESTAS CHÁVEZ

**Callao, 2018
PERÚ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
UNIDAD DE POSGRADO**

MAESTRÍA EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO

RESOLUCIÓN N° 028-2018-CD-UPG-FIME-UNAC

JURADO EXAMINADOR

DR. PABLO MAMANI CALLA	Presidente
MG. VLADIMIRO CONTRERAS TITO	Secretario
MG. NELSON DÍAZ LEIVA	Vocal
DRA. OFELIA SANTOS JIMÉNEZ	Vocal

ASESORES

**DR. OSCAR JUAN RODRIGUEZ TARANCO
DR. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO**

N° DE LIBRO DE TITULACION DE TESIS: 01-SPG-FIME-UNAC-2008

N° DE ACTA DE TITULACIÓN: N° 19

FECHA DE APROBACIÓN DE LA TESIS: 11.08.2018

DEDICATORIA

A mis padres Andrés y María Antonieta por sus sacrificios, esfuerzos, cariño, amor y quienes siempre me alientan a seguir adelante para lograr mis metas.

A mi esposa Celia e hijos Fabian y Emmanuel por su amor y ayuda para alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, su amistad, su gracia, por ser la luz en mi camino y el sentido de existir.

A la Universidad Nacional del Callao que me brindo las puertas para acceder a mas conocimiento profesional.

A mis asesores por su ayuda y tiempo dedicado.

ÍNDICE

TABLAS DE CONTENIDO.....	4
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 Identificación del problema.....	9
1.2 Formulación de problemas.....	10
1.3 Objetivos de la investigación.....	10
1.4 Justificación.....	11
1.5 Importancia.....	12
1.6 Alcances y limitaciones.....	12
II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes del estudio.....	13
2.2 Equipos de laboratorios bioquímicos.....	31
2.3 Equipos de hemoglobina glicada.....	36
2.4 Equipos de electroforesis capilar.....	40
2.5 El contexto operacional y su importancia en mantenimiento de equipos electrónicos de laboratorio.....	49
2.6 El mantenimiento centrado en la confiabilidad y su Importancia.....	50
2.7 La data registrada en equipos electrónicos de laboratorios clínicos y su importancia.....	54
2.8 El análisis de modo de fallas y efectos... ..	56
2.9 Las auditorias técnicas de mantenimiento y su importancia.....	68
2.10 Importancia del análisis de la data del equipo de electroforesis capilar.....	70
2.11 Definición de términos básicos.....	78

III.	VARIABLES E HIPÓTESIS	
3.1	Definición de las variables.....	80
3.2	Operacionalización de las variables.....	81
3.3	Hipótesis generales e hipótesis específicas.....	82
IV.	METODOLOGÍA	
4.1	Tipo de investigación.....	83
4.2	Diseño de la investigación.....	83
4.3	Población y muestra.....	85
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	85
4.5	Procedimiento de recolección de datos.....	86
4.6	Procesamiento estadístico y análisis de datos.....	87
V.	RESULTADOS	
5.1	Contexto operacional del equipo de electroforesis capilar.....	89
5.2	Mantenimiento centrado en la confiabilidad.....	90
5.3	Data registrada del equipo de electroforesis capilar.....	94
5.4	Modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipo de electroforesis capilar.....	95
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
6.1	Contrastación de hipótesis con los resultados.....	101
6.2	Contrastación de resultados con otros estudios similares.....	107
VII.	CONCLUSIONES.....	108
VIII.	RECOMENDACIONES.....	109
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
X.	ANEXOS	
10.1	Matriz de consistencia completa.....	115
10.2	Ficha para la validación del cuestionario-encuesta.....	116

10.3	Formato de cuestionario-encuesta.....	117
10.4	Ficha para la validación de la evaluación-auditoría técnica.....	118
10.5	Formato de evaluación-auditoría técnica.....	119
10.6	Análisis de cuestionario-encuesta.....	120
10.7	Validación del instrumento cuestionario-encuesta.....	130
10.8	Análisis de evaluación- auditoría técnica.....	131
10.9	Validación del instrumento evaluación- auditoría técnica.....	135
10.10	Circuito hidráulico del equipo de electroforesis capilar	136
10.11	Circuito electrónico del equipo de electroforesis capilar.....	137
10.12	Hojas de información RCM de equipo de electroforesis capilar.....	138
10.13	Hojas de decisión RCM de equipo de electroforesis capilar.....	154
10.14	Procedimiento de mantenimiento predictivo.....	167
10.15	Procedimiento de mantenimiento preventivo.....	170
10.16	Programa de capacitación	172
10.17	Repuestos recomendados-stock mínimo para equipo de electroforesis capilar.....	176
10.18	Lista de repuestos de equipo de electroforesis capilar	177
10.19	Fichas de validación firmados por expertos del cuestionario-encuesta.....	181
10.20	Fichas de validación firmados por expertos de la evaluación-auditoría técnica.....	184

TABLAS DE CONTENIDO

Figuras:

2.1	Proceso productivo de un hospital desde el punto de vista del paciente.....	32
2.2	Proceso productivo de un hospital	32
2.3	Diagrama del sistema capilar.....	41
2.4	Principio de electroforesis capilar.....	41
2.5	Equipo de electroforesis capilar.....	44
2.6	Perfil electroforético de HbA1c.....	44
2.7	Perfil con valor normal de HbA1c.....	45
2.8	Perfil con valor elevado de HbA1c.....	45
2.9	Diagrama de decisión RCM parte 1.....	66
2.10	Diagrama de decisión RCM parte 2.....	67
2.11	Polígono de la productividad del mantenimiento (análisis y diagnóstico).....	68
2.12	Curva de la Bañera.....	76
2.13	Patrones de Fallo.....	77
2.14	Cálculo de Disponibilidad, Productividad, Calidad y efectividad global de un equipo ó máquina.....	78
4.1	Diseño de la investigación.....	84
5.1	Diagrama de entradas y saldas de equipo de electroforesis capilar.....	90
5.2	Diagrama de bloques de equipo de electroforesis capilar.....	91
5.3	Sistema hidráulico del equipo.....	91
5.4	Sistema electrónico del equipo.....	92
5.5	Bus de comunicación I2C del equipo.....	92
5.6	Sistema óptico del equipo.....	93
5.7	Equipo de electroforesis capilar Hospital Edgardo Rebagliati.....	93
6.1	Resultados de cuestionario-encuesta 1 a 4.....	101
6.2	Resultados de cuestionario-encuesta 5 a 12.....	102
6.3	Resultados de cuestionario-encuesta 13 a 18.....	103
6.4	Resultados de evaluación-auditoria técnica 1 a 2.....	104

6.5 Resultados de evaluación-auditoría técnica 2 a 4.....	105
---	-----

Cuadros:

2.1 Tipos de Hospital.....	33
2.2 Codificación de tubos de muestras.....	36
2.3 Cifras de valores de la hemoglobina glicada.....	39
2.4 Hoja de información RCM.....	64
2.5 Hoja de decisión RCM.....	65
2.6 Clasificación de los fallos.....	74
3.1 Operacionalización de las variables.....	81
5.1 Equipos instalados.....	90
5.2 Indicadores de equipo de electroforesis capilar Año 2017.....	95
5.3 Actividades del plan de mantenimiento sistema hidráulico.....	96
5.4 Actividades del plan de mantenimiento sistema electrónico.....	98
5.5 Actividades del plan de mantenimiento sistema óptico.....	100
10.1 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 1.....	120
10.2 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 2.....	120
10.3 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 3.....	121
10.4 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 4.....	121
10.5 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 5.....	122
10.6 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 6.....	123
10.7 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 7.....	123
10.8 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 8.....	124
10.9 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 9.....	124
10.10 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 10.....	125
10.11 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 11.....	125
10.12 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 12.....	126
10.13 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 13.....	126
10.14 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 14.....	127
10.15 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 15.....	127
10.16 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 16.....	128

10.17 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 17.....	128
10.18 Resultados cuestionario-encuesta pregunta 18.....	129
10.19 Resultados evaluación- auditoría técnica pregunta 1.....	131
10.20 Resultados evaluación- auditoría técnica pregunta 2.....	132
10.21 Resultados evaluación- auditoría técnica pregunta 3.....	133
10.22 Resultados evaluación-auditoría técnica pregunta 4.....	134

RESUMEN

La presente tesis aborda el siguiente problema ¿Cómo realizar el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en los Hospitales de Lima?, se aplicó el conocimiento científico del mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y la efectividad global del equipo.

En la primera etapa de la investigación se identificó el contexto operacional del equipo utilizando como métodos: evaluación-auditoría técnica con lista de chequeo y cuestionario-encuesta a personal, conociendo así la experiencia del operador, calidad de energía eléctrica y condiciones ambientales.

En la segunda etapa de la investigación se elaboró el mantenimiento centrado en la confiabilidad utilizando como método el análisis de modo de fallas y efectos.

En la tercera etapa se conoció la data registrada del equipo utilizando como método el análisis de la data registrada en el equipo.

Producto del análisis de la data registrada en el equipo se vio que existe una disponibilidad del 55 % y una efectividad global del equipo de 46%; con el nuevo modelo de plan de mantenimiento se incrementara esta disponibilidad y efectividad global del equipo.

Y en la última etapa donde se elaboró el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar obteniéndose las estrategias de mantenimiento y plan de mantenimiento.

El modelo del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad que se obtuvo es muy importante para aumentar la vida útil del equipo y es económicamente rentable, la metodología usada se puede desarrollar y aplicar a cualquier tipo de instalación donde exista un equipo y/o máquina de cualquier rubro.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, efectividad global del equipo.

ABSTRACT

The present thesis engage the following problem: How to make the model of a maintenance plan focused on the reliability of capillary electrophoresis equipment in the Hospitals of Lima? The scientific knowledge of maintenance focused on reliability was applied to improve the availability and overall effectiveness of the equipment.

In the first stage of the investigation, the operational context of the equipment was identified using methods such as: evaluation-technical audit with checklist and questionnaire-survey of personnel, thus knowing the operator's experience, electric power quality and environmental conditions.

In the second stage of the investigation, maintenance focused on reliability was elaborated, using as a method the analysis of faults and effects mode.

In the third stage, the registered data of the team was known, using the analysis of the data recorded in the equipment as a method.

As a result of the analysis of the data registered in the team, it was seen that there is a 55% availability and a global effectiveness of the equipment of 46%; with the new maintenance plan model, this availability and overall effectiveness of the equipment will increase.

And in the last stage where the maintenance plan focused on the reliability for capillary electrophoresis equipment was elaborated obtaining the maintenance strategies and maintenance plan.

The model of maintenance plan focused on the reliability that was obtained is very important to increase the useful life of the equipment and is economically profitable, the methodology used can be developed and applied to any type of installation where there is a equipment and / or machine any item.

Key boards: Preventive maintenance, predictive maintenance, global effectiveness of the equipment.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación del problema

La creciente demanda del mercado junto con el aumento del nivel de exigencia para tener una mejor atención en el sector salud ha generado la necesidad de establecer un proceso de mejora continua en las diferentes áreas de un Hospital.

En la actualidad los equipos de electroforesis capilar de Sebia son propiedad de la empresa peruana quienes tienen estos equipos en calidad de comodato en un Hospital. La empresa desarrolla el mantenimiento preventivo y correctivo, pero que no es muy efectivo debido a que existen paradas imprevistas y prolongadas que ocasionan que no se procesen las muestras de los pacientes.

Al no tener los resultados a tiempo, el médico tratante del paciente no podrá tomar la acción correctiva para restablecer la salud del paciente o en todo caso dar un tratamiento adecuado para mantener la salud de un paciente.

Los equipos de electroforesis capilar procesan muestras de sangre total para efectuar principalmente un análisis de hemoglobina glicada, que sirven para determinar y diagnosticar un paciente de diabetes o también sirve para controlar a un paciente de diabetes.

El problema principal que existe es que no hay un plan de mantenimiento efectivo.

Los encargados de la operación de los equipos son el personal de Laboratorio conformado por Jefe de Laboratorio que es un médico, Coordinador de Laboratorio que es un Tecnólogo Médico y el operador que puede ser un Tecnólogo Médico o Técnico de Laboratorio.

El equipo de electroforesis capilar procesa muestras en rack de 8 tubos de sangre, teniendo como capacidad de procesamiento 38 muestras por hora, trabajando de lunes a sábado de 7am a 7pm.

El personal encargado del mantenimiento de los equipos es el Área de Postventa de la empresa peruana conformado por un Gerente de Post Venta, Jefe de Ingeniería, Coordinadoras, Asesores científicos, ingenieros electrónicos y técnicos electrónicos.

El procesamiento de muestras de sangre queda en muchas ocasiones con paradas no programadas debido a fallas del equipo teniéndose una baja efectividad global del equipo y baja disponibilidad.

1.2 Formulación de problemas

Problema General

¿Cómo realizar el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima?

Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar?
- b) ¿Cómo establecer el mantenimiento centrado en la confiabilidad?
- c) ¿Cuál es la data registrada en el equipo de electroforesis capilar?

1.3 Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Elaborar el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima.

Objetivos Específicos

- a) Identificar el contexto operacional del equipo de electroforesis

- capilar.
- b) Elaborar el mantenimiento centrado en la confiabilidad.
 - c) Conocer la data registrada en el equipo de electroforesis capilar.

1.4 Justificación

Las razones que justifican la presente investigación son las siguientes:

TEÓRICA: El trabajo de investigación cuenta con bastante soporte teórico referente al mantenimiento centrado en la confiabilidad, teorías que tienen como soporte la experiencia de muchas empresas e instituciones que ya lo implementaron con extraordinarios resultados. Esto permitirá confrontar teorías y contrastar resultados.

TECNOLÓGICA: Una gestión de mantenimiento usando el mantenimiento centrado en la confiabilidad es una innovación tecnológica y de mejora continua que solucionará los problemas en una empresa obteniéndose un plan de mantenimiento más real y que logre tener un equipo con mayor disponibilidad.

ECONÓMICA: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad permitirá lograr beneficios como disminuir los costos de mantenimiento, entre otros beneficios.

PRÁCTICA: Considerando que las necesidades actuales no están siendo satisfechas, y que el área de post venta se vislumbra con gran oportunidad de mejora, se planteó la necesidad de elaborar un modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para los equipos de electroforesis capilar obteniéndose una mayor disponibilidad y aumento de la efectividad global del equipo con el consecuente impacto en la mejora de la Gestión de Mantenimiento.

Por lo cual el estudio planteado nos ayudó primero a conocer como se hacen las actividades programadas en sus diferentes aspectos para luego proporcionarnos la suficiente información que es útil para el Área de

Postventa para poder programar y mejorar las actividades de mantenimiento.

1.5 Importancia

Dentro de las necesidades actuales es importante la excelencia del mantenimiento para maximizar la disponibilidad de un activo, motivo de la presente tesis donde se desarrolló un modelo de mantenimiento centrado en la confiabilidad para un equipo del rubro biomédico o hospitalario, existen varios artículos y tesis de investigación donde aplican el mantenimiento centrado en la confiabilidad en el campo industrial y minero, pero todavía no hay mucho por no decir casi nada en el rubro biomédico o en el mantenimiento hospitalario.

1.6 Alcances y limitaciones

La presente investigación se realizó en el Laboratorio Bioquímico de los Hospitales de Lima donde se encuentra el equipo de electroforesis capilar de la marca Sebia y puede extenderse a otras regiones del Perú. En la búsqueda de información y por lo visto en los Hospitales visitados, se ve que no existen todavía en Perú el uso del mantenimiento centrado en la confiabilidad en el rubro biomédico o en el mantenimiento hospitalario.

La presente investigación como parte de los indicadores existentes, solo toma la disponibilidad y la efectividad global del equipo; el considerar otros indicadores es otro tema de investigación y estudio de otra tesis.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

Viveros Gunckel (2017) realizó la investigación: **Propuesta de herramientas gráficas para el diagnóstico, análisis y control de gestión en mantenimiento y producción, incorporando indicadores fundamentales de fiabilidad y rendimiento**, para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Mecánica y de Organización industrial -Universidad de Sevilla, España. El objetivo de la investigación fue el desarrollo de una propuesta gráfica de control de gestión para las unidades de mantenimiento y operaciones, desde la perspectiva individual o agregada como sistema, con el propósito de diagnosticar, analizar y controlar el desempeño de los activos de un proceso productivo. Se utilizó como referencia la industria minera para el contexto de análisis, describiendo oportunamente las características y restricciones básicas. Para cumplir con el objetivo, la investigación considero los siguientes puntos de acción:

- Revisión y análisis de los modelos de fiabilidad, considerando elementos reparables y no reparables.
- Investigación teórica y empírica de sistema de control de gestión que dan soporte a la toma de decisiones en las áreas de mantenimiento y operaciones.
- Investigación de metodologías de análisis que faciliten la búsqueda de oportunidades y toma de decisiones de forma sistemática y estructurada.
- Investigación teórica y empírica de indicadores claves de desempeño para las áreas de mantenimiento y operaciones.
- Diseño conceptual de propuestas de herramientas gráficas que den soporte al control de gestión para mantenimiento y operaciones.

Esta investigación tuvo como conclusiones:

- De acuerdo al objetivo principal propuesto, se han expuesto cinco resultados específicos, los cuales se alinean a la problemática de control de gestión para mantenimiento y operaciones, dando soporte efectivo a tareas de diagnóstico, análisis y control de desempeño de los activos. Para alcanzar este resultado, la investigación debió desarrollarse tanto desde la perspectiva teórica como práctica, ya que la aplicación y validación de cada propuesta era parte de los resultados esperados.
- Respecto al primer resultado expuesto, aprender detalladamente el paso a paso de cada modelo de fiabilidad es una tarea fundamental para su correcta y efectiva aplicación. Diversas investigaciones reservan el proceso de resolución y solo presentan resultados finales indicando el uso de algún modelo, o bien el uso de una herramienta informática. Es por eso razón que la investigación presento un procedimiento analítico y explicativo sobre la definición, metodología de cálculo y criterios que deben ser considerados para parametrizar activos industriales bajo cierto nivel de degradación post mantenimiento, completando además su análisis con una aplicación numérica que permita evidenciar paso a paso el desarrollo matemático y estocástico según corresponda. Por medio de este tipo de análisis las áreas de gestión y planificación se verán favorecidas en la medida que el activo está correctamente diagnosticado y por supuesto, si el análisis e interpretación de resultados está bien hecho. Con esto es posible estimar, proyectar y simular diferentes escenarios de desempeño de los activos y su consecuente resultado en el negocio.
- Los resultados dos, tres, cuatro y cinco están alineados con un objetivo equivalente, que principalmente es la creación de herramientas gráficas de soporte para la gestión de mantenimiento y operaciones y sus procesos de toma de decisión. El diseño de

resultados de la implementación, esto con el fin de conseguir el apoyo de la gerencia para desarrollar un proceso RCM con un alcance mucho mayor.

Análisis: La investigación desarrolla el mantenimiento centrado en la confiabilidad de una Cambiavías UIC 54– 190– TG 1/9 de la línea férrea del Metro de Medellín utilizando el software iRCM, para el análisis de modo de fallas y efectos para determinar las estrategias de mantenimiento junto al plan de mantenimiento, viéndolo en base a una secuencia lógica en el planteamiento de los objetivos según la metodología propuesta por Bloom y Gagné, que es una forma interesante la forma en que desarrolla el estudio lo que se podría extender y ver en otros equipos.

Vergara Osorio (2016) realizó la investigación: **Programa de mantenimiento basado en la metodología RCM para el motor eléctrico del sistema de bombeo MP-3301 en la refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja utilizando software iRCMS**, para optar el Grado Académico de Master en Ingeniería de Mantenimiento-Universidad EAFIT, Colombia. El objetivo de esta investigación fue organizar con la metodología RCM, el mantenimiento del motor de un sistema de bombeo de combustóleo MP3301C en la Refinería de Barrancabermeja mediante el software iRCMS. Para esto se desarrolla con base a una secuencia lógica en el planteamiento de los objetivos según la metodología propuesta por Bloom y Gagné que conforma lo siguiente:

- Identificar los pasos del software IRCMS para su implementación en un sistema de bombeo de combustóleo SBC. Nivel 1 – Conocer.
- Describir los sistemas, subsistemas y componentes de un motor del SBC a partir de su caracterización técnica. Nivel 2 - Comprender.
- Aplicar el software IRCMS en las tareas importantes del motor del MP3301C. Nivel3 - Aplicar.

En este trabajo se planteó una estrategia para determinar la programación óptima de un conjunto de mantenimientos asociados a un sistema de transmisión mediante un modelo de optimización. El modelo de optimización se implementará considerando las restricciones en la generación asociadas a los mantenimientos, la evaluación de simultaneidades, curva de demanda, y los criterios de confiabilidad y seguridad establecidos en el sistema de transmisión colombiano.

La programación óptima de los mantenimientos en activos de transmisión reduce los costos del sistema y ayuda a prevenir violaciones de seguridad en los sistemas de transmisión. Por tanto, la programación óptima de mantenimiento ha sido objeto de estudio a lo largo de los años.

Uno de los enfoques principales para la programación de los mantenimientos es la incorporación de las restricciones asociadas a la capacidad de transporte de las líneas y transformadores del sistema de potencia. En el modelo propuesto en este trabajo se incorporan no solo restricciones pre contingencia si no también post contingencia haciendo un aporte significativo a la literatura asociada a la programación de mantenimientos.

Esta investigación tuvo como conclusiones:

- El modelo propuesto en pocos minutos determina las horas del día que son adecuadas para la realización de un mantenimiento en particular, arrojando rangos de generación que sirven para la planeación y operación segura del sistema; el tiempo de cómputo está altamente ligado a la robustez del sistema y el número de mantenimientos que se desean analizar. Aunque este modelo es muy práctico al linealizarlo se multiplican las restricciones del sistema aumentando su tamaño.
- Otra ventaja del modelo propuesto es su versatilidad ya que puede encontrar de manera práctica las restricciones asociadas a un escenario de generación determinado con tan solo manipular la variable, esto hace que el modelo sea de gran utilidad para la

planeación del sistema ante escenarios de generación diferentes a los extremos que podrían presentarse en casos especiales como mantenimientos de generación o épocas de sequía, el modelo también se puede emplear para determinar ante un mantenimiento las restricciones asociadas ingresando el estado de las líneas como un parámetro y no como variable.

Análisis: En la investigación se realizó la programación óptima de mantenimientos de un sistema de transmisión mediante un modelo de optimización utilizando criterios de confiabilidad, pero no propone indicadores para llevar el control y verificación del mantenimiento que se está llevando y que debe haber en cualquier gestión. Deberían agregar estrategias como el mantenimiento productivo total, el mantenimiento centrado en la confiabilidad, mantenimiento de clase mundial.

Villacrez Espinoza (2016) realizó la investigación: **Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cineplanet SA**, para optar el Grado Académico de Maestro en Gerencia de Mantenimiento-Universidad Nacional del Callao Perú. El objetivo de la investigación fue diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cineplanet S.A. que permita disminuir las fallas repetitivas en los complejos cinematográficos y organizar las actividades de mantenimiento con una frecuencia establecida. Los resultados obtenidos al finalizar la investigación fueron los esperados, se tuvo en lo referente a los indicadores financieros un ratio de mantenimiento de 2.78%(Gasto de Mantenimiento entre las Ventas) por debajo de la meta 3.00%. Se tuvieron gastos de mantenimiento a nivel de la cadena en 60% más de lo presupuestado, esto porque se direccioné al centro de costos, trabajos que son fuera de la propia gestión del área como los gastos por observaciones de índice, ó proyectos de remodelación del cine. Los indicadores de operación superaron la meta inicial de atenciones con lo cual llegaron al 94.26%

sobre los 90.00%. Además se disminuye en 6.57% las solicitudes de atención a los complejos cinematográficos desde el inicio de año, también se redujeron en 17,72% las atenciones de equipos críticos como los aires acondicionados, extractores de aire y productoras de pop corn.

Esta investigación tuvo como conclusiones:

- La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cineplanet S.A. consiguió mejorar la gestión del mantenimiento generando orden y coordinación en los trabajos programados mes a mes teniendo un cumplimiento superior al 95% de lo programado, tal cual lo solicita el cliente interno revisando el presupuesto en base a las ventas.
- Tras la realización de círculos de calidad en donde se establecieron feedback de trabajos pendientes y mejoras que realizar, los propios técnicos de mantenimiento fueron los encargados de liderar estas supervisiones, además de tener una hoja de ruta de inspecciones con las cuales se visaron labores hechas, estos se reflejaron en la disminución en solicitudes de atención respecto a inicios del año.
- Luego de organizar por sectores a los proveedores de servicios generales los cuales atendieron día a día las solicitudes, las atenciones en los complejos disminuyeron a lo largo del proyecto en 6.57% teniendo una mejor planificación y respuesta proactiva a los problemas, la percepción de atención en los complejos fue alta y gratificante, los gerentes de cada cine sintieron que esta vez si se les podía atender y anteponer a los problemas.
- Se establecieron criticidades a los sistemas y equipos, fueron 3 equipos críticos como los aires acondicionados, extractores de aire y máquinas de Pop Corn, luego del trabajo se logró disminuir las solicitudes de atenciones de estos equipos en conjunto en 17%, además las respuestas en los cines fue más rápida debido al compromiso que tuvieron los proveedores.

- Los costos de mantenimiento presupuestado versus lo real fue superior en 64%, se tuvo que realizar labores más profundas y detalladas, inversión para soluciones de raíz de problemas y en mejoras de los sistemas de operación del cine tal es el caso de las luces led dentro de salas. Las % solicitudes disminuyeron es un reflejo de los buenos trabajos que se estaban realizando.
- Se realizaron capacitaciones a los operadores de los equipos críticos, el técnico de mantenimiento junto con el coordinador participaron en estas charlas teniendo como objetivo la preservación del activo, se logró disminuir las solicitudes de correcciones en los equipos críticos de complejos a nivel nacional en 17%. También se enseñaron el uso de los equipos de limpieza pero no se obtuvo las repuestas esperadas, los trabajos de albañilería, carpintería y vidriería bajaron mínimamente debido a los golpes y falta de cuidado en las aperturas del cine.
- No se realizó el presupuesto anual de mantenimiento en base a las actividades que son necesarias para la operación del cine para el 2014, pero el ratio de mantenimiento de acuerdo al plan anual se mantuvo debajo de la meta dada por la empresa en el acumulado nacional de 2.36% mejorando el objetivo operacional. Si quitamos el apalancamiento de las ventas de los complejos nuevos tendríamos como resultado 2.55% a nivel nacional, sea cualquier de las 2 maneras se esté por debajo de la meta y objetivo propuesta por el área.

Análisis: Es un buena estudio e investigación de mejorar la gestión de mantenimiento en la empresa Cineplanet pero podría haber una mayor mejora si implementa las nuevas tendencias de mantenimiento que son el mantenimiento preventivo total, mantenimiento centrado en la confiabilidad, mantenimiento de clase mundial.

Palomares Quintanilla(2015) realizó la investigación: **Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) al sistema de izaje mineral, de la compañía minera Millpo, unidad El Porvenir**, para optar el Grado Académico de Maestro en Gerencia e Ingeniería de Mantenimiento- Universidad Nacional de Ingeniería. Perú. En la investigación se abordó el siguiente problema ¿Qué técnica y/o metodología se debe aplicar para mejorar el plan de mantenimiento del Sistema de Izaje Mineral de Cía. Milpo, unidad "El Porvenir"?. Participaron 18 técnicos pertenecientes al área de Mantenimiento de Izaje de Cía. Milpo, unidad "El Porvenir", la Empresa Especializado Tiley de Canadá y la Empresa Especializa Peruavians Hydraulic SAC de Perú, se efectuó el desarrollo del plan a partir del 10 de enero del 2011 hasta el 31 diciembre del año 2011 en la Cía. Milpo Unidad: El Porvenir". Allí se realizaron 6 reuniones presenciales y visitas a campo para finalmente llegar a culminar el plan de mantenimiento basado en la confianza. Se trató de una investigación cuantitativa, cuyas etapas fueron de recolección de datos, evaluación y elaboración del plan aplicando la metodología del RCM. Se ha empleado un análisis de riesgo, aplicando la metodología de análisis de modos de falla, efectos y criticidad (FMECA o AMFEC) con el objetivo de identificar los modos de falla que representan un mayor riesgo, para posteriormente seleccionar la mejor tarea de mantenimiento, ya sea preventiva, predictiva, correctiva o en su caso rediseño de sistemas. Dentro de esta evaluación se realizó la clasificación de los activos críticos, del sistema de Izaje para seleccionar las clases de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivos a ser aplicados por cada equipo que formar parte el Sistema de Izaje Mineral de Cía. Milpo, unidad "El Porvenir".

Luego de culminar esta aplicación del plan de mantenimiento elaborado por efecto del RCM, se ha mejorado los intervalos de mantenimiento programado, considerando que antes se intervenía 3 veces por semana y hoy solo se interviene 2 veces por semana. El detalle de esta reducción

investigación fue desarrollar un procedimiento de mantenimiento preventivo orientado a disminuir o eliminar el riesgo en el uso de los equipos médicos y contribuir al mejoramiento de la gestión de mantenimiento en el Hospital San José del Callao, que permita garantizar la disponibilidad de los equipos médicos de las áreas y servicios operativos del Hospital San José del Callao, cuyos equipos médicos no cuentan con un procedimiento gerencial que facilite medir y controlar la gestión de mantenimiento. El estudio se desarrolló como una investigación no experimental de tipo evaluativa y de tipo aplicada, ya que se planteó una alternativa de solución al problema que presenta el Hospital. Para esto se abarcaron las siguientes acciones: Se realizó un análisis temático de trabajos referentes al mejoramiento de gestión de mantenimiento en organizaciones de servicio. Se efectuó un análisis de la información referente a la Norma ECRI, ISO-9001-2008 y su aplicación. Se efectuó un diagnóstico de la situación actual de la gestión mantenimiento aplicada a los equipos médicos basado en un programa de mantenimiento e inspección de equipos médicos orientado a riesgo. Se revisaron los objetivos, lineamientos y políticas de gestión de mantenimiento hospitalario. Se establecieron los objetivos, lineamientos y políticas para una adecuada gestión de mantenimiento. Para ello se estructuraron las acciones, estrategias y condiciones del mejoramiento de gestión propuesta. Se definieron los elementos estratégicos de la función de mantenimiento para optimizar la gestión, se formularon los indicadores de mantenimiento y finalmente se definió el plan de acción para la aplicación de la propuesta de mejoramiento de la gestión de mantenimiento basado en la norma ECRI y de los fabricantes y/o agencias especializadas para equipos médicos de las áreas operativas del Hospital San José del Callao. El presente estudio se enmarcó dentro de la línea de investigación de Gerencia de Mantenimiento, por cuanto el mejoramiento de la gestión de mantenimiento que se realizó tuvo como finalidad realizar una auditoría de mantenimiento que es una herramienta que permita medir y controlar

institución, con el fin de llevar un control y registro de las acciones correctivas y preventivas efectuadas en los equipos médicos en el Hospital San José del Callao.

- De los resultados obtenidos de la auditoria para el mejoramiento para la efectividad del mantenimiento en el Hospital San José. Criticidad de rutas de inspección con un valor promedio de 3.7 aspecto bien implementado. Manejo de la información sobre equipos con un valor promedio de 3 aspecto regular. Auditoria sobre el mantenimiento actual con un valor promedio de 2.4 aspecto regular. Antecedentes de los costos de mantenimiento con un valor promedio global de 3.1 aspecto regular.

Efectividad del mantenimiento actual con un valor promedio global de 3 aspecto regular.

Análisis: Como punto de inicio de mejorar la gestión de mantenimiento en el Hospital me parece interesante lo desarrollado en la investigación pero para aun mejorar más, debería implementar las nuevas tendencias de mantenimiento que son usados en otros ámbitos como minería, industria como son el mantenimiento preventivo total, mantenimiento centrado en la confiabilidad, mantenimiento de clase mundial.

Casachagua Dávila(2017) realizó la investigación: **Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la excavadora Cat 336 de la empresa Ecosem Smelter SA.** para optar el Grado Académico de Ingeniero Mecánico-Universidad Nacional del Centro del Perú. La investigación que se realizó es tecnológica de nivel aplicado, el cual tuvo como objetivo aplicar el conocimiento científico del mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de las excavadoras CAT 336 de la empresa ECOSEM SMELTER S.A, se propuso la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a las excavadoras por ser equipos muy críticos, ya que su operatividad es

continua y dependen de ellas las demás flotas, se recogió información de todos los reportes Check List, partes diarios, control de equipos, inspección técnica, status de equipos, etc y se realizó un registro de paradas de todos los sistemas encontrando una disponibilidad mecánica de la flota en un 80% siendo muy bajo comparado al target de la disponibilidad que la minera exige a la empresa, por lo que se propone un plan de mantenimiento basado en RCM, identificando así las funciones, fallas funcionales, modos de falla, para realizar el cuadro de Criticidad (AMFE), que fue la base del estudio de investigación quien por consiguiente determinó cuales serían las fallas correctivas y las tareas de mantenimiento AMFE para el estudio. Con el cual al final se logró mejorar un 9% la disponibilidad mecánica de las Excavadoras 336 en la empresa ECOSEM SMETER S.A.

Esta investigación tuvo como conclusiones:

- Con la aplicación del RCM se logró superar la disponibilidad mecánica mínima de 81% de las excavadoras CAT 336, mejorando en un 9% llegando a 90% de la disponibilidad mecánica.
- Con las constantes capacitaciones que se realizó a todos los involucrados en la empresa, se mejoró muchos aspectos cualitativos en la organización de la empresa ECOSEM SMELTER S.A, desarrollando un trabajo ordenado, limpio mejorando la calidad del trabajo, al mismo tiempo se logró mejorar la responsabilidad y el compromiso de todos los involucrados en la empresa.
- Mediante la aplicación del RCM, nos ayudó a determinar posibles fallas críticas y mejorar el estudio de criticidad de los equipos cuando se refiere a incrementar la vida útil de las excavadoras

Análisis: En la investigación se ve la aplicación del RCM en la excavadora de la empresa Ecosem es una buena investigación, pero

luego de la aplicación no muestra resultados si bajaron los costos, se muestran datos de la mejora de la disponibilidad.

2.2 Equipos de laboratorios bioquímicos

Hospital:

Un hospital es un establecimiento donde se ofrece gran variedad de servicios médicos, incluyendo cirugía, para quienes requieran un tratamiento u observación más intensivos. También incluye instalaciones para la atención de las urgencias, a los recién nacidos y lactantes, además diversas consultas ambulatorias.

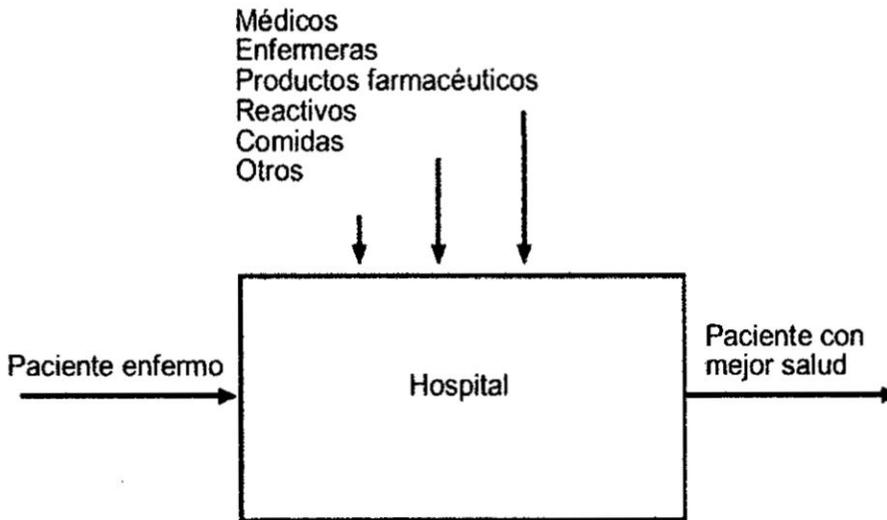
Un hospital es una compleja institución con una plantilla médica y de enfermería organizada, y con instalaciones permanentes, que ofrece gran variedad de servicios médicos, incluyendo cirugía, para quienes requieran un tratamiento u observación más intensivos. También incluye instalaciones para atender las urgencias, a los recién nacidos y lactantes, así como diversas consultas ambulatorias y el llamado "hospital de día", donde se realizan curas y atenciones sin hospitalización permanente del paciente. (Chávez, 2010, p.12)

Un hospital es un lugar donde se atienden a los enfermos, para proporcionar el diagnóstico y tratamiento que necesitan. Existen diferentes tipos de hospitales, según el tipo de patologías que atienden: hospitales generales, hospitales psiquiátricos, geriátricos, materno-infantiles, etc. (Chávez, 2010, p.12)

El proceso productivo de un Hospital desde el punto de vista del paciente (véase la figura 2.1, en la página 32). Y el proceso productivo del Hospital (véase la figura 2.2, en la página 32).

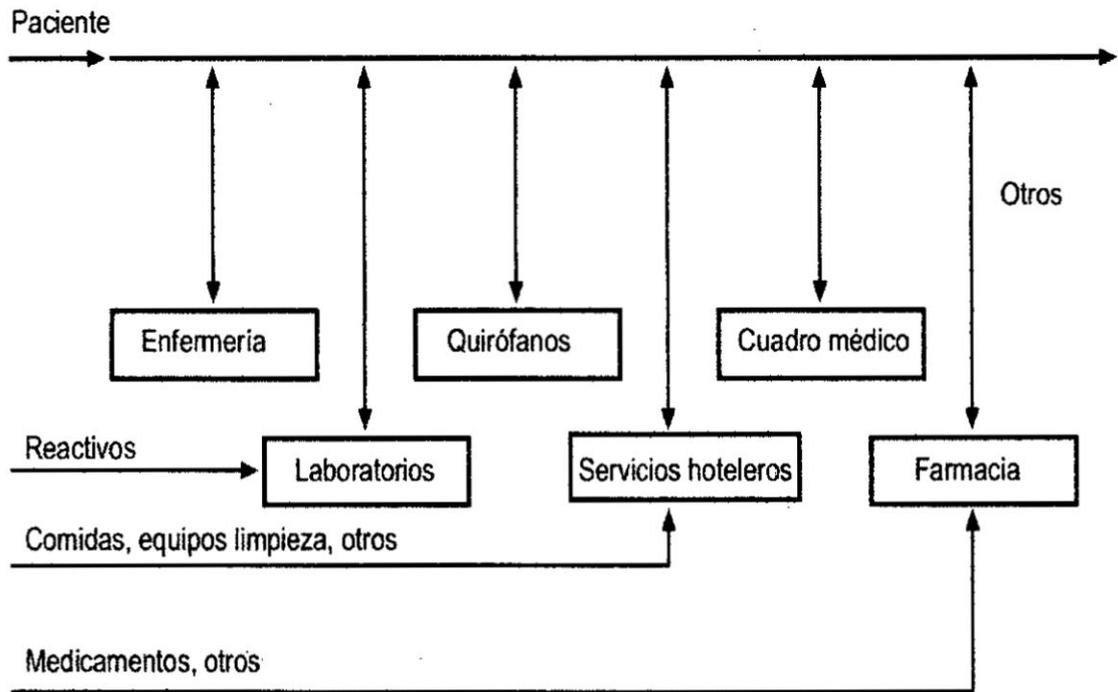
Existen varios tipos de Hospitales, categorías en relación al tipo de Establecimientos de Salud correspondientes al Ministerio de Salud (véase el cuadro 2.1, en la página 33)

Figura 2.1
 PROCESO PRODUCTIVO DE UN HOSPITAL DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL PACIENTE



Fuente: Valor Josep y Ribera Jaume

Figura 2.2
 PROCESO PRODUCTIVO DE UN HOSPITAL



Fuente: Valor Josep y Ribera Jaume

**Cuadro 2.1
TIPOS DE HOSPITAL**

CATEGORÍAS	MINSA	ESSALUD	PNP	FAP	NAVAL	PRIVADO
I - 1	Puesto de Salud		Puesto Sanitario		Enfermería Servicios de Sanidad	Consultorio
I - 2	Puesto de Salud con Médico	Posta Médica	Posta Médica	Posta Médica	Departamento de Sanidad Posta Naval	Consultorios Médicos
I - 3	Centro de Salud sin Internamiento	Centro Médico	Policlínico B	Departamento Sanitario		Policlínicos
I - 4	Centro de Salud con Internamiento	Policlínico			Policlínico Naval	Centros Médicos
II - 1	Hospital I	Hospital I	Policlínico A	Hospital Zonal	Clinica Naval	Clinicas
II - 2	Hospital II	Hospital II	Hospital Regional	Hospital Regional		Clinicas
III - 1	Hospital III	Hospital III y IV	Hospital Nacional	<u>Hospital Central FAP</u>	Hospital Naval - Buque Hospital	Clinicas
III - 2	Instituto Especializado	Instituto				Institutos

Fuente: Chávez

Laboratorio Clínico:

Un laboratorio clínico es una de las partes de un Hospital donde se efectúan trabajos experimentales, realizan análisis y exámenes; en el laboratorio clínico se diagnostican diferentes patologías y además se realizan estudios para establecer el tipo de tratamiento que se debe administrar al paciente, al igual que el seguimiento del mismo, siendo una herramienta primordial para el área médica.

Dentro de los laboratorios clínicos de los hospitales se realizan análisis de:

Química clínica: Donde se puede dividir los exámenes en los siguientes grupos: química sanguínea de rutina, exámenes generales de orina, determinación de reserva electrolítica y bióxido de carbono en la sangre.

electromagnético. Este equipo nos da información sobre la naturaleza de la sustancia y puede indicar la cantidad de la sustancia en la muestra.

Esterilizadores/Autoclaves: Es un equipo usado para esterilizar instrumentos, accesorios, tubos, etc, que son usados en el laboratorio, eliminando las bacterias, virus, hongos o esporas presentes por medio del vapor, llegando a temperaturas y presiones ya fijados. La generación del vapor lo realiza por medio del hervido del agua.

Analizadores automáticos: Los analizadores automáticos para bioquímica clínica son equipos diseñados para mecanizar y automatizar los procedimientos manuales de determinación de sustancias químicas y enzimas, con el solo ingreso de la muestra de sangre, luego del tiempo de análisis proporciona el resultado.

Los componentes principales de este equipo son:

- Dispositivo de carga (generalmente los mismos tubos de extracción después de centrifugados).
- Sistema de identificación de los tubos de sangre e insumos (tienen lectores de códigos de barras para la identificación de los especímenes).
- Dispositivo de toma y dispensación de los especímenes que traslada los especímenes desde su contenedor hasta la cubeta de reacción.
- Sistema de dispensación de reactivos (pipetas)
- Dispositivo de mezcla de especímenes y reactivos (en las cubetas de reacción)
- Cubetas de reacción desechables o reutilizables.
- Baño de incubación
- Sistema de detección: suelen detectar medidas espectrofotométricas.
- Amplificador y convertidor analógico/digital
- Computador

Toma de muestra:

Dependiendo del tipo de sangre que se vaya a retirar esta puede recogerse de las arterias, venas o capilares, lo que determina el tipo de punción y la técnica a usar. Generalmente para la mayoría de los exámenes se utiliza sangre venosa que es la más fácil de obtener, siendo por tanto más difícil retirar la sangre arterial. Por ejemplo, para un examen de gases en la sangre se utiliza sangre arterial y para un examen de hemoglobina glicada se usa sangre venosa. La sangre una vez extraída se coagula en unos minutos dejando una fase líquida, el suero, que es lo más frecuentemente utilizado en el laboratorio clínico. Dependiendo del tipo de examen se usa un tipo de tubo de muestra, a veces es necesario mezclar por completo la sangre después de la extracción para asegurar la inhibición adecuada de los factores de coagulación. Los tubos de muestra donde se recoge la sangre tienen tapones codificados con colores según el anticoagulante que contengan (véase el cuadro 2.2).

Cuadro 2.2
CODIFICACIÓN DE TUBOS DE MUESTRAS

Color del tapón	Anticoagulante	Utilización
Rojo	Nada	Bioquímica en suero, serología
Verde	Heparina	Bioquímica en plasma
Azul claro	Citrato	Estudios de coagulación
Violeta	EDTA	Recuentos hematológicos
Gris	Fluoruro u oxalato	Medida de glucosa
Negro	Citrato	Velocidad de sedimentación globular

Fuente: Elaboración propia

2.3 Equipos de hemoglobina glicada

Diabetes:

Benites (2015) define la diabetes como: "La diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce. La insulina es una hormona que regula el azúcar en la sangre. El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (aumento del azúcar en la

acuerdo con sus características físico-químicas relacionadas con las cargas eléctricas.

- **Métodos cromatográficos:** Los métodos cromatográficos se subdividen en dos grandes grupos diametralmente diferentes: la cromatografía de columna y la cromatografía líquida de alta eficiencia/eficacia.

La cromatografía de columnas, también conocida como de minicolumnas, invadió los laboratorios clínicos en los años 80 es una prueba barata y de fácil acceso,

En los últimos años, los métodos basados en la cromatografía de columnas fueron sustituidos por sistemas automatizados más sólidos y entre ellos se destacan los métodos conocidos genéricamente como por cromatografía líquida de alta eficiencia o HPLC. El método de cromatografía líquida de alta eficiencia de intercambio iónico.

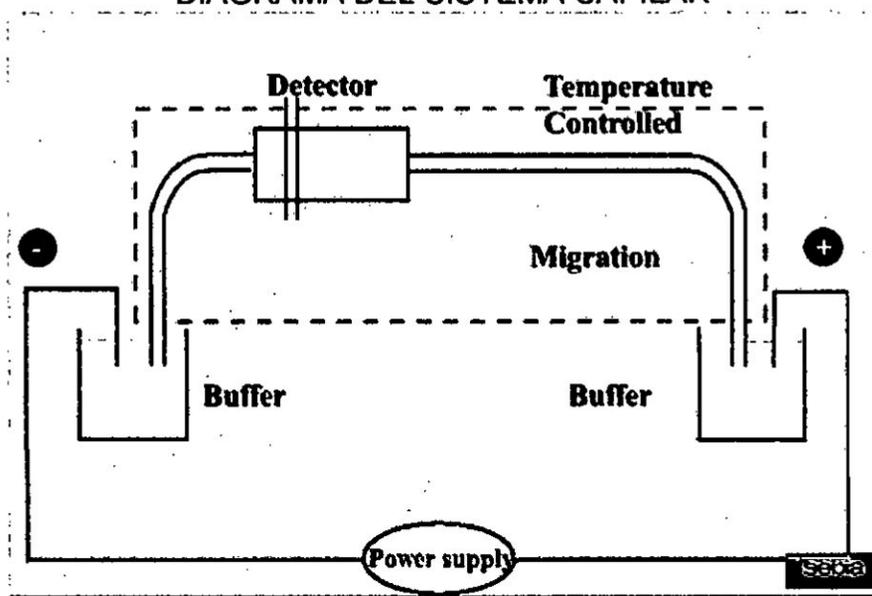
2.4 Equipo de electroforesis capilar

La electroforesis capilar es una técnica basada en una separación electrocinética en un campo capilar lleno de solución electrolítica. La combinación de: mínimo diámetro capilar interno (<100 μm), muy alto voltaje (hasta 10 000V), estricto control de temperatura, permiten: rápida y muy eficiente separación de proteínas, excelente resolución y reproducibilidad, muestra-a-muestra, capilar-a-capilar, ciclo-a-ciclo.

El equipo de electroforesis capilar, modelo: CAPILLARYS 2 FLEX-PIERCING de la marca Sebia es un aparato de electroforesis capilar automatizado multitarea provisto de 8 capilares, que permiten realizar varias separaciones electroforéticas simultáneas sin manipulación.

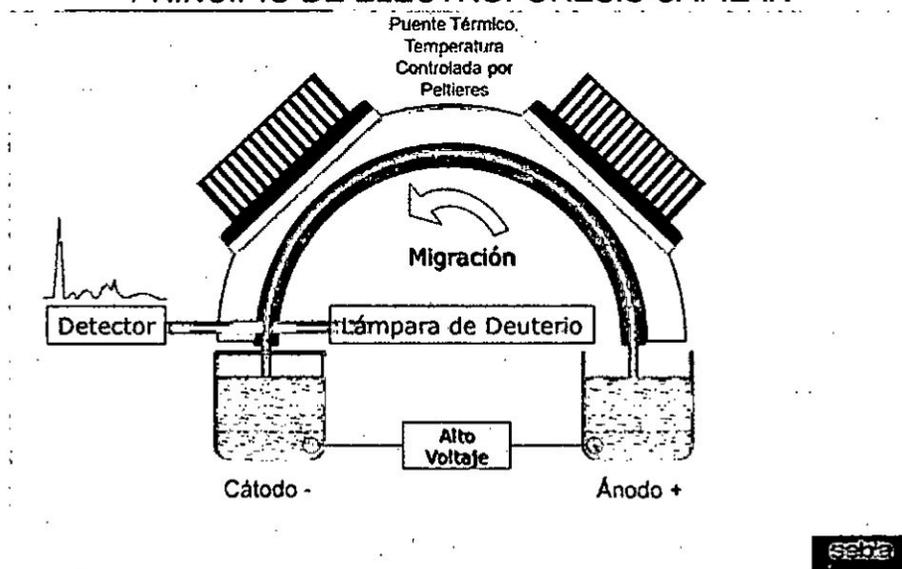
El diagrama del sistema capilar (ver figura 2.3, en la página 41) y el principio de electroforesis capilar que es usado por el fabricante Sebia (ver la figura 2.4, en la página 41).

Figura 2.3
DIAGRAMA DEL SISTEMA CAPILAR



Fuente. Sebia

Figura 2.4
PRINCIPIO DE ELECTROFORESIS CAPILAR



Fuente. Sebia

El CAPILLARYS 2 FLEX-PIERCING (véase la figura 2.5, en la página 44), realiza de forma automática todas las etapas de la electroforesis, a partir del tubo primario de muestra, tapado en los análisis de la hemoglobina y destapado en el resto de análisis, hasta la obtención del perfil electroforético: identificación de la muestra, dilución de la muestra, lavado

de los capilares, inyección de las muestras en los capilares, migración, detección, análisis de los resultados y su transferencia a un ordenador de gestión que puede estar conectado a una red de ordenadores.

El equipo contiene lo siguiente:

- Un sistema de lectura de los códigos de barras de los tubos de muestra, lo que permite identificar las muestras.
- Homogeniza los tubos de muestra de sangre total y toma las muestras directamente a partir de tubos tapados en las técnicas de análisis de la hemoglobina.
- Efectúa la dilución de las muestras a partir de tubos primarios en segmentos de dilución de un solo uso.
- Realiza el lavado de los capilares mediante limpieza circular a elevada presión con diferentes soluciones (solución de lavado, solución de limpieza (agua destilada) y/o tampón de análisis).
- Inyecta las muestras en los capilares poniendo en contacto un extremo de los capilares con las muestras diluidas, aspirando después al interior de cada capilar un volumen muy pequeño de muestra diluida.
- Efectúa la migración a temperatura constante usando un sistema con efecto peltier.
- Detecta, con ayuda de una célula de detección, las fracciones separadas mediante espectrofotometría de absorbancia.

Está equipado con el programa PHORESIS, que permite:

- La edición de los resultados. La identificación de las fracciones se realiza automáticamente y los perfiles electroforéticos son analizados visualmente para detectar las anomalías.
- Visualizar el estado de funcionamiento del aparato y los resultados de los análisis en curso.
- La transferencia de los resultados vía módem hacia laboratorios externos.
- El envío y recepción de los resultados vía e-mail.

- La recepción de los resultados a través de una red intralaboratorio.

Dentro de las especificaciones técnicas del equipo tenemos:

- Migración: Electroforesis capilar en vena líquida en 8 capilares de sílice. Migraciones enteramente realizadas a temperatura controlada por efecto peltier.
- Detección: Lámpara de deuterio, rejilla óptica, detector con matriz de diodos C.MOS, fibras ópticas.
- Carga de muestras: Carga inicial de 104 tubos (13 cargadores de muestras), carga continua de cargadores de muestras.
- Identificación: Lectura de los códigos de barras presentes en los cargadores y en los tubos primarios.
- Toma de muestras: PROTEINAS: Las muestras son pipeteadas directamente en tubos primarios (sin tapón, 13 a 16 mm de diámetro, 75 a 100 mm de altura) o en microtubos de 1.5 mL colocados en tubos de muestra primarios vacíos usados como soporte, volumen de muestra: 20 a 40 μ L.

Técnica HEMOGLOBIN (E) y HBA1c: Las muestras son pipeteadas, después de ser homogenizadas, directamente en tubos tapados (tubos con un diámetro máximo de 13 mm, tapones con un diámetro máximo de 17 mm, y tubos tapados con una altura máxima de 82 mm), pipeteo de los controles en tubos cónicos tapados colocados en adaptadores, volumen mínimo de muestra en tubos primarios: 1 mL, volumen de muestra para el análisis: 20 μ L.

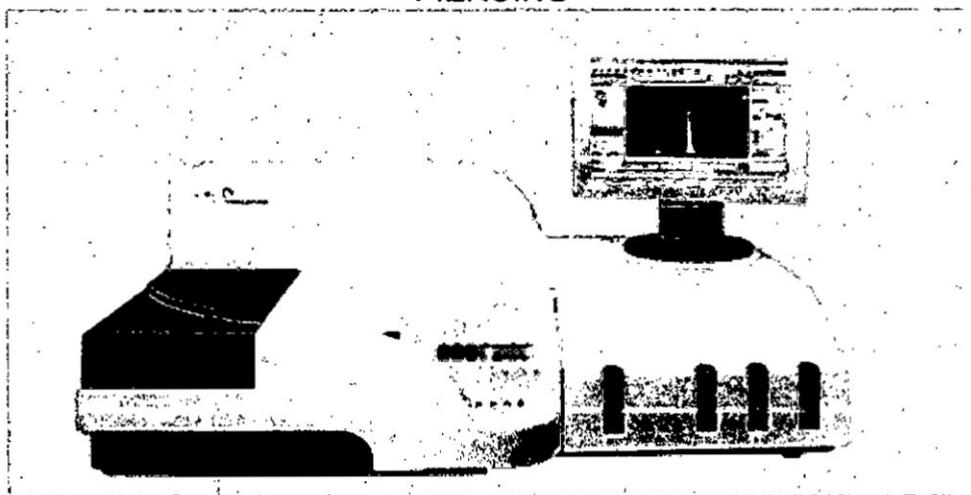
- Edición de resultados: Análisis de 2400 pacientes por programa de análisis. Patrones y calibración. Cálculo estadístico por programa de análisis. Detección de valores fuera de la normalidad. Registro gráfico de las curvas e impresión de los datos. Detección de curvas no identificadas. Importación e impresión de las imágenes de inmunofijación y de los valores de proteínas específicas.

Memorización de 140 000 curvas.

Recuperación y edición diferida de las curvas.

- Visualización : Pantalla LCD 17"
- MÓDULO INFORMÁTICO (opcional): Conexión RS 232 C bidireccional con transmisión de las curvas,
- Dimensiones : L. 95 cm x A. 39 cm x P. 63 cm
- Peso : 50 Kg
- Categoría de instalación : 2
- Índice de protección : 20
- Ruido : < 80 dB

Figura 2.5
EQUIPO DE ELECTROFORESIS CAPILAR CAPILLARYS 2 FLEX-PIERCING



Fuente. Sebia

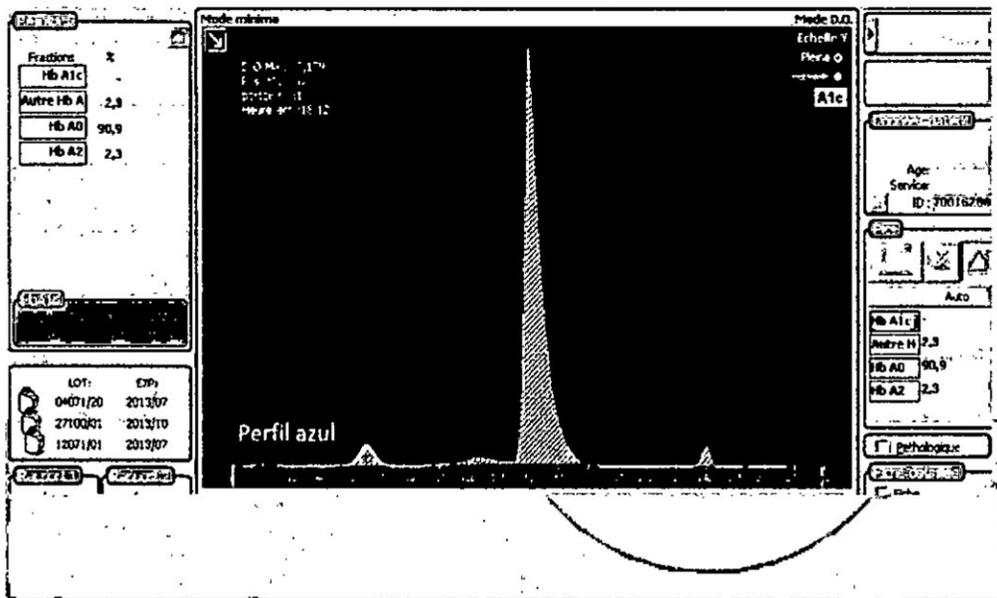
Figura 2.6
PERFIL ELECTROFORÉTICO DE HbA1c



Fuente. Sebia

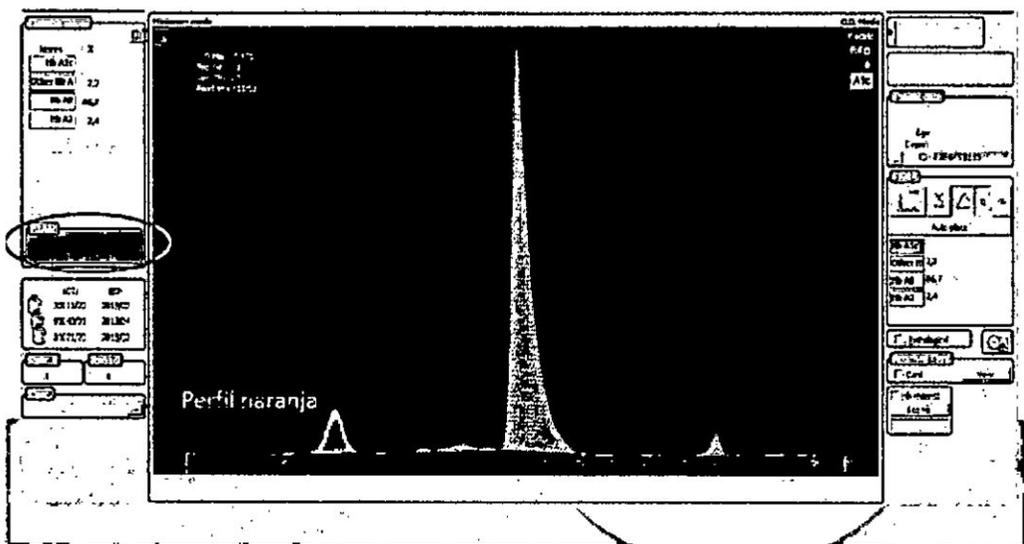
Los resultados de un perfil electroforético de HbA1c (véase la figura 2.6, en la página 44). Un resultado de un perfil con valor normal de HbA1c (véase la figura 2.7) y un perfil con un valor elevado de HbA1c (véase la figura 2.8).

Figura 2.7
PERFIL CON VALOR NORMAL DE HbA1c



Fuente. Sebia

Figura 2.8
PERFIL CON VALOR ELEVADO DE HbA1c



Fuente. Sebia

Utilización de kit HbA1c:

El kit CAPILLARYS HbA1c permite la separación y cuantificación de la fracción glicada A1c de la hemoglobina de la sangre humana, mediante electroforesis capilar en medio alcalino (pH 9,4) en el instrumento CAPILLARYS 2 FLEX-PIERCING.

El sistema automático CAPILLARYS 2 FLEX-PIERCING permite realizar todas las etapas de la electroforesis hasta la obtención del perfil de las hemoglobinas para el análisis cuantitativo de la fracción HbA1c. Las hemoglobinas, separadas en capilares de sílice fundido, son detectadas directamente en una burbuja existente en el capilar mediante espectrofotometría de absorbancia a 415 nm, que es la longitud de onda de absorción específica de las hemoglobinas.

El análisis se realiza en el hemolizado de glóbulos rojos de sangre total recogida con anticoagulante que contenga EDTAK2 o EDTAK3.

La determinación de la HbA1c permite evaluar la eficacia a medio plazo de los tratamientos para el control de la glucosa sanguínea en pacientes diabéticos.

La técnica CAPILLARYS HbA1c realizada con el instrumento CAPILLARYS 2 FLEX-PIERCING es conforme a la estandarización NGSP (National Glycohemoglobin Standardization Program).

Principio del test:

La glicación de la hemoglobina es una reacción no enzimática irreversible que se produce entre la glucosa intraeritrocitaria y el extremo N-terminal de las cadenas β de la hemoglobina. Esta reacción tiene lugar durante toda la vida del glóbulo rojo. La proporción de esta hemoglobina glicada depende por tanto de la glucemia, en la medida en que la tasa de glucosa intraeritrocitaria no depende de la insulina, sino únicamente de la glucemia.

La glucosa se acumula en los hematíes durante los 120 días de su existencia.

La determinación de estas hemoglobinas glicadas representa pues "la integración" de las variaciones glucémicas durante las semanas anteriores a la extracción. Puede usarse como índice de control de la diabetes y permite evaluar la eficacia de medio plazo de los tratamientos.

La electroforesis es un análisis muy útil en el laboratorio de análisis clínicos para la medida de los componentes de los líquidos biológicos, entre los que se encuentra la hemoglobina glicada HbA1c. Paralelamente a las técnicas de electroforesis en diferentes soportes, entre los que está el gel de agarosa y la cromatografía, se ha desarrollado la técnica de electroforesis capilar, que ofrece las ventajas de una automatización completa del análisis, separaciones rápidas y una resolución excelente. Se define como una técnica de separación electrocinética realizada en un tubo de diámetro interno inferior a 100 μm lleno de un tampón compuesto de electrolitos. Se considera una tecnología intermedia entre la electroforesis de zona en soporte y la cromatografía líquida.

El sistema CAPILLARYS 2 FLEX-PIERCING usa el principio de la electroforesis capilar en solución libre, que representa la forma más corriente de electroforesis capilar. Permite la separación de moléculas cargadas en función de su movilidad electroforética propia en un tampón de un pH dado, según el pH del electrolito, de un flujo electroendosmótico más o menos importante.

El sistema CAPILLARYS 2 FLEX-PIERCING posee una serie de capilares de sílice fundido en paralelo, permitiendo realizar 8 análisis simultáneos para la cuantificación de la fracción HbA1c a partir de sangre total. La inyección en los capilares de la muestra diluida con la solución hemolisante se realiza en el ánodo por aspiración. La separación se realiza a continuación aplicando una diferencia de potencial de varios miles de voltios en los extremos de cada capilar.

La detección directa de las hemoglobinas se efectúa en el lado catódico a 415 nm, que es la longitud de onda de absorción específica de las hemoglobinas; permite una cuantificación precisa de la fracción HbA1c de

- Claras estrategias para prevenir los modos de falla que puedan afectar a la seguridad, y para las acciones “a falta de” que deban tomarse si no se pueden encontrar tareas sistemáticas apropiadas.
- Menos fallas causadas por un mantenimiento innecesario.

B. Mejores rendimientos operativos, a consecuencia de:

- Un mayor énfasis en los requisitos del mantenimiento de elementos y componentes críticos.
- Un diagnóstico más rápido de las fallas mediante la referencia a los modos de falla relacionados con la función y a los análisis de sus efectos.
- Menor daño secundario a continuación de las fallas de poca importancia (como resultado de una revisión extensa de los efectos de las fallas).
- Intervalos más largos entre las revisiones, y en algunos casos la eliminación completa de ellas.
- Listas de trabajos de interrupción más cortas, que llevan a paradas más cortas, más fácil de solucionar y menos costosas.
- Menos problemas de “desgaste de inicio” después de las interrupciones debido a que se eliminan las revisiones innecesarias.
- La eliminación de elementos superfluos y como consecuencia las fallas inherentes a ellos.
- La eliminación de componentes poco fiables.
- Un conocimiento sistemático acerca de la nueva planta.

C. Mayor control de los costos del mantenimiento, debido a:

- Menor mantenimiento rutinario innecesario.
- Mejor compra de los servicios de mantenimiento (motivada por el énfasis sobre las consecuencias de las fallas).
- La prevención o eliminación de las fallas costosas.
- Unas políticas de funcionamiento más claras, especialmente en cuanto a los equipos de reserva.

- Menor necesidad de usar personal experto caro porque todo el personal tiene mejor conocimiento de las plantas.
- Pautas más claras para la adquisición de nueva tecnología de mantenimiento, tal como equipos de monitorización de la condición
- Además de la mayoría de la lista de puntos que se dan más arriba bajo el título de "Mejores rendimientos operativos".

D. Más larga vida útil de los equipos, debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento "a condición".

E. Una amplia base de datos de mantenimiento, que:

- Reduce los efectos de la rotación del personal con la pérdida consiguiente de su experiencia y competencia.
- Provee un conocimiento general de la planta más profundo en su contexto operacional.
- Provee una base valiosa para la introducción de sistemas expertos de mantenimiento.
- Conduce a la realización de planos y manuales más exactos.
- Hace posible la adaptación a circunstancias cambiantes (tales como nuevos horarios de turno o una nueva tecnología) sin tener que volver a considerar desde el principio todas las políticas y programas de mantenimiento.

F. Mayor motivación de las personas.

Se da una mayor motivación del personal, especialmente el personal que está interviniendo en el proceso de revisión. Esto lleva a un conocimiento general de la planta en su contexto operacional mucho mejor, junto con un "compartir" más amplio de los problemas del mantenimiento y de sus soluciones. También significa que las soluciones tienen mayores probabilidades de éxito.

G. Mejor trabajo de grupo.

Esto se obtiene motivado por un planteamiento altamente estructurado del grupo a los análisis de los problemas del mantenimiento y a la toma de decisiones.

Esto mejora la comunicación y la cooperación entre:

- Las áreas: producción u operación así como los de la función del mantenimiento.
- Personal de diferentes niveles: los gerentes los jefes de departamentos, técnicos y operarios.
- Especialistas internos y externos: los diseñadores de la maquinaria, vendedores, usuarios y el personal encargado del mantenimiento. (p.12 a 15).

Historia del RCM:

En la actualidad es muy aceptado que la aviación comercial resulta ser la forma más segura para viajar. Al presente, las aerolíneas comerciales sufren menos de dos accidentes por millón de despegues.

Sin embargo al final del año 1950, la aviación comercial mundial estaba sufriendo más de 60 accidentes por millón de despegues. Si en la actualidad se estuviera presentando la misma tasa de accidentes, se estarían oyendo sobre dos accidentes aéreos diariamente en algún sitio del mundo (involucrando aviones de 100 pasajeros o más). Dos tercios de los accidentes ocurridos al final de los 1950s eran causados por fallas en los equipos. Esta alta tasa de accidentalidad, conectada con el auge de los viajes aéreos, significaba que la industria tenía que empezar a hacer algo para mejorar la seguridad. El hecho de que una tasa tan alta de accidentes fuera causada por fallas en los equipos significaba que, al menos inicialmente, el principal enfoque tenía que hacerse en la seguridad de los equipos. (Rojas, 2010, p.6)

Rojas (2010) afirma: La historia de la optimización del mantenimiento en la aviación comercial desde un cúmulo de supuestos y tradiciones hasta llegar a un proceso analítico y sistemático que hizo de la aviación comercial "La forma más segura para viajar" es la historia del RCM.

El RCM es uno de los procesos de mantenimiento desarrollados durante los 1960s y 1970s, en varias industrias con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las mejores políticas para mejorar las funciones de

los activos físico y para manejar las consecuencias de sus fallas. De estos procesos, el RCM es el más directo.

El RCM fue originalmente definido por los empleados de la United Airlines Stanley Nowlan y Howard Heap en su libro "Reliability Centred Maintenance" / "Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad", el libro que dio nombre al proceso. (p.6)

2.7 La data registrada en equipos electrónicos de laboratorios clínicos y su importancia

Los equipos electrónicos generan registros de información que es muy fundamental para un proceso, pues recoge los datos que se generan los que son muy importantes analizarlos y exponerlos en formatos de informes. Con esta data se puede realizar un monitoreo que permite obtener la información necesaria sobre el equipo.

Mora (2012) afirma: La información es el epicentro de mantenimiento, y es necesaria para determinar todos los signos vitales que ocurren para consolidar una estrategia adecuada de mantenimiento.

Entre la información que se debe manejar en tiempo real desde el inicio, sobresalen algunos tópicos, como:

- Registro de todos los equipos, partes y componentes, al menos hasta tres niveles.
- Generación y control de todas las órdenes de trabajo.
- Desarrollo de solicitudes de trabajos de mantenimientos tanto por usuarios de producción, como por parte de determinado funcionario de la empresa con rangos de validación.
- Planes de mantenimiento de corto, de mediano y de largo plazos.
- Inventarios y gestión de repuestos e insumos.
- Históricos de consumos, de reparaciones y cambios.
- Solicitudes automáticas de compra, cuando se rompa el inventario mínimo, de cualquier repuesto o insumo.

tratando los síntomas en lugar de las causas. Resulta importante identificar la causa de cada falla con suficiente detalle para asegurarse de no desperdiciar tiempo y esfuerzo intentando tratar síntomas en lugar de causas reales.

Un modo de falla origina una falla funcional y la función del objeto RCM se afecta negativamente. Se definen modos de falla por cada falla funcional y cada una de estas puede tener varios modos de falla.

La descripción de un modo de falla debe consistir de un sustantivo y un verbo y debe de ser descrito de manera específica y concisa. Se debe de evitar el uso de expresiones como falla, rotura o mal funcionamiento.

Efectos de las fallas: El siguiente paso del proceso de RCM, enfatiza en listar los efectos de cada falla, que describan lo que ocurre con cada modo de falla.

Concretamente, al describir los efectos de una falla, debe hacerse constar lo siguiente:

- Qué evidencia existe (si la hay) de que se ha producido una falla.
- De qué modo (si las hay) la falla supone una amenaza para la seguridad o el medio ambiente.
- De qué manera (si las hay) afecta a la producción o a las operaciones.
- Los daños físicos (si los hay) han sido causados por la falla.
- Qué debe hacerse para reparar la falla.

Consecuencias de las fallas: RCM clasifica las consecuencias de las fallas en cuatro grupos:

- Consecuencias Operacionales: una falla tiene consecuencias operacionales si afecta la producción (capacidad, calidad del producto, servicio al cliente o costos industriales en adición al costo directo de la reparación). Estas consecuencias cuestan dinero, y lo que cuesten sugiere cuanto se necesita gastar en tratar de prevenirlas.

sin considerar primero el modo de falla y su efecto sobre la selección de los diferentes métodos de prevención.

Tareas de Mantenimiento: La mayoría de la gente cree que el mejor modo de mejorar al máximo la disponibilidad de la planta es hacer algún tipo de mantenimiento de forma rutinaria. El conocimiento de la segunda generación sugiere que esta acción preventiva debe de consistir en una reparación del equipo o cambio de componentes a intervalos fijos. Supone que la mayoría de los elementos funcionan con precisión para un período y luego se deterioran rápidamente. El pensamiento tradicional sugiere que un histórico extenso acerca de las fallas anteriores permitirá determinar la duración de los elementos, de forma que se podrían hacer planes para llevar a cabo una acción preventiva un poco antes de que fueran a fallar. Esto es verdad todavía para cierto tipo de equipos sencillos, y para algunos elementos complejos con modos de falla dominantes. En particular, las características de desgaste se encuentran a menudo donde los equipos entran en contacto directo con el producto. El reconocimiento de estos hechos ha persuadido a algunas organizaciones a abandonar por completo la idea del mantenimiento sistemático. De hecho, esto puede ser lo mejor que hacer para fallas que tengan consecuencias sin importancia. Pero cuando las consecuencias son significativas, se debe de hacer algo para prevenir las fallas, o por lo menos reducir las consecuencias.

RCM reconoce cada una de las tres categorías más importantes de tareas preventivas, como siguen:

Tareas "A Condición". La necesidad continua de prevenir ciertos tipos de falla, y la incapacidad creciente de las técnicas tradicionales para hacerlo, han creado los nuevos tipos de prevención de fallas. La mayoría de estas técnicas nuevas se basan en el hecho de que la mayor parte de las fallas dan alguna advertencia de que están a punto de ocurrir. Estas advertencias se conocen como fallas potenciales, y se definen como las condiciones físicas identificables que indican que va a ocurrir una falla

funcional o que está en el proceso de ocurrir. Las nuevas técnicas se usan para determinar cuando ocurren las fallas potenciales de forma que se pueda hacer algo antes de que se conviertan en verdaderas fallas funcionales. Estas técnicas se conocen como tareas a condición, porque los elementos se dejan funcionando a condición de que continúen satisfaciendo los estándares de funcionamiento deseado. Muchas fallas serán detectables antes de que ellas alcancen un punto donde la falla funcional donde se puede considerar que ocurre la falla funcional.

Tareas de Reacondicionamiento Cíclico y de Sustitución Cíclica: Los equipos son revisados o sus componentes reparados a frecuencias determinadas, independientemente de su estado en ese momento. Si la falla no es detectable con tiempo suficiente para evitar la falla funcional entonces la lógica pregunta si es posible reparar el modo de falla del ítem para reducir la frecuencia (índice) de la falla. Algunas fallas son muy predecibles aún si no pueden ser detectadas con suficiente tiempo. Estas fallas pueden ser difíciles de detectar a través del monitoreo por condición a tiempo para evitar la falla funcional, o ellas pueden ser tan predecibles que el monitoreo para lo evidente no es una garantizado. Si no es práctico reemplazar componentes o restaurar de manera que queden en condición "como nuevos" a través de algún tipo de uso o acción basada en el tiempo entonces puede ser posible reemplazar el equipo en su totalidad.

Con frecuencia es difícil de determinar la frecuencia de las labores, pero es suficiente con reconocer que la historia de la falla es un determinante principal. Se debe reconocer que las fallas no sucederán exactamente cuándo se fueron precedidas, de manera que se debe permitir algún margen de tiempo.

Reconozca también que la información que se está usando para basar su decisión puede ser errónea o incompleta. Para simplificar el próximo paso, el cual supone el agrupado de tareas similares, ello tiene sentido para predeterminar un número de frecuencias aceptables tales como diarias, semanales, unidades producidas, distancias recorridas o número

de ciclos operativos, etc. Seleccionar aquellos que están más cerca de las frecuencias que su mantenimiento y su historia operativa le ordena tiene sentido en realidad. Una gran ventaja del RCM es el modo en que provee criterios simples, precisos y fáciles de comprender para decidir (si hiciera falta) qué tarea sistemática es técnicamente posible en cualquier contexto, y si fuera así para decidir la frecuencia en que se hace y quien debe de hacerlo. Estos criterios forman la mayor parte de los programas de entrenamiento del RCM. El RCM también ordena las tareas en un orden descendiente de prioridad. Si las tareas no son técnicamente factibles, entonces se debe tomar una acción apropiada, como se describe a continuación.

Acciones a falta de: Además de preguntar si las tareas sistemáticas son técnicamente factibles, el RCM se pregunta si vale la pena hacerlas. La respuesta depende de cómo reaccione a las consecuencias de las fallas que pretende prevenir.

Al hacer esta pregunta, el RCM combina la evaluación de la consecuencia con la selección de la tarea en un proceso único de decisión, basado en los principios siguientes:

Una acción que signifique prevenir la falla de una función no evidente sólo valdrá la pena hacerla si reduce el riesgo de una falla múltiple asociado con esa función a un nivel bajo aceptable. Si no se puede encontrar una acción sistemática apropiada, se debe llevar a cabo la tarea de búsqueda de fallas.

En el caso de modos de falla ocultos que son comunes en materia de seguridad o sistemas protectores no puede ser posible monitorear en busca de deterioro porque el sistema está normalmente inactivo. Si el modo de falla es fortuito puede no tener sentido el reemplazo de componentes con base en el tiempo porque usted podría estar reemplazando con otro componente similar que falla inmediatamente después de ser instalado. En estos casos la lógica RCM pide explorar con pruebas para hallar la falla funcional. Estas son pruebas que pueden

causar que el dispositivo se active, demostrando la presencia o ausencia de una funcionalidad correcta. Si tal prueba no es posible se debe rediseñar el componente o sistema para eliminar la falla oculta.

Las tareas de búsqueda de fallas consisten en comprobar las funciones no evidentes de forma periódica para determinar si ya han fallado. Si no se puede encontrar una tarea de búsqueda de fallas que reduzca el riesgo de falla a un nivel bajo aceptable, entonces la acción "a falta de" secundaria sería que la pieza debe rediseñarse.

Una acción que signifique el prevenir una falla que tiene consecuencias en la seguridad o el medio ambiente merecerá la pena hacerla si reduce el riesgo de esa falla en sí mismo a un nivel realmente bajo, o si lo suprime por completo. Si no se puede encontrar una tarea que reduzca el riesgo de falla a un nivel bajo aceptable, el componente debe rediseñarse. Si la falla tiene consecuencias operacionales, sólo vale la pena realizar una tarea sistemática si el costo total de hacerla durante cierto tiempo es menor que el costo de las consecuencias operacionales y el costo de la reparación durante el mismo período de tiempo. Si no es justificable, la decisión "a falta de" será el no mantenimiento sistemático. (Si esto ocurre y las consecuencias operacionales no son aceptables todavía, entonces la decisión "a falta de" secundaria sería rediseñar de nuevo). En otras palabras en el caso de fallas que no están ocultas y en las que no se puede predecir con suficiente tiempo para evitar la falla funcional y no se puede prevenir la falla a través del uso o realizar reemplazos con base en el tiempo es posible rediseñar o aceptar la falla y sus consecuencias. Si no hay consecuencias que afecten la operación pero hay costos de mantenimiento, se puede optar por una elección similar. En estos casos la decisión está basada en las economías, es decir el costo de rediseñar contra el costo de aceptar las consecuencias de la falla (tal como la producción perdida, costos de reparación, horas extras, etc.). De forma similar, si una falla no tiene consecuencias operacionales, sólo vale la pena realizar la tarea sistemática si el costo de la misma durante un

período de tiempo es menor que el de la reparación durante el mismo período. Si no son justificables, la decisión inicial “a falta de” sería de nuevo el no mantenimiento sistemático, y si el costo de reparación es demasiado alto, la decisión “a falta de” secundaria sería volver a diseñar de nuevo. (p.8-15 y p.8-12)

Después analizar los modos de falla a través de la lógica mencionada anteriormente, los expertos deben luego consolidar las labores en un plan de mantenimiento para el sistema. Este es el "producto final" del RCM. Cuando esto ha sido producido, el encargado del mantenimiento y el operador deben continuamente esforzarse por optimizar el producto (Moubray, 2004, p.7).

Mediante la Hoja de Información del RCM se realiza el análisis AMFE en el que se involucran las 5 preguntas iniciales del RCM:

¿Cuáles son las funciones?

¿De qué forma puede fallar?

¿Qué causa que falle?

¿Qué sucede cuando falla?

¿Qué ocurre si falla?

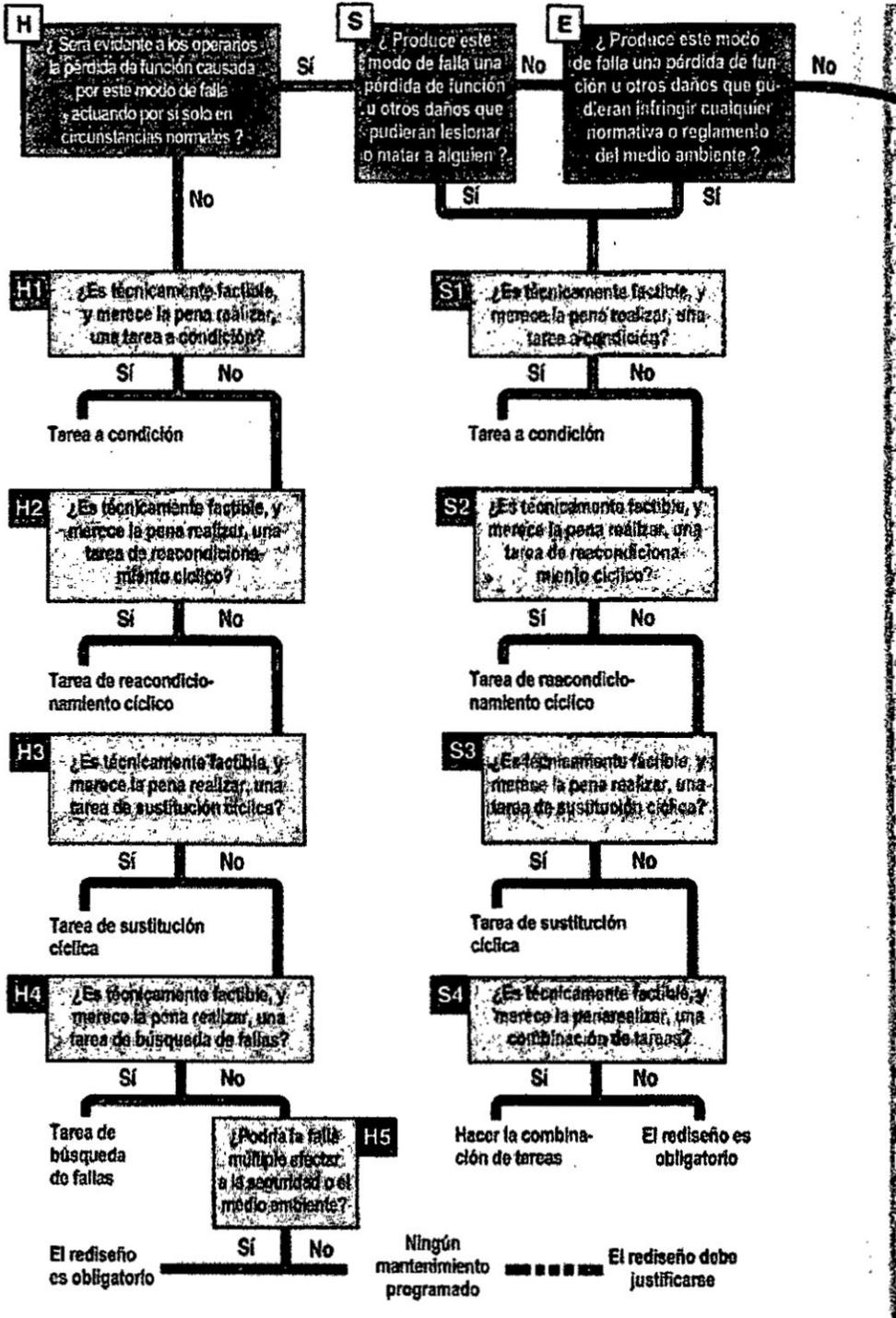
Como resultado del análisis realizado a respuesta de las 5 preguntas se tiene la Hoja de información RCM (véase el cuadro 2.4).

Cuadro 2.4
HOJA DE INFORMACIÓN RCM

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO	SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE	SUB-SISTEMA N°			DE
	Óptico Fibras ópticas	14	Dery Mestas Chávez	30/01/2018	14 DE 15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)		
1 Detectar la lectura de la migración en el capilar	A Deterioro de las fibras	1 Desgaste natural de las fibras ópticas	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.		
		2 Problema de contaminación: polvo y humedad.	La presencia del polvo en las fibras ópticas ocasiona malas lecturas en los resultados finales.		
	B Falla en la calibración de CCD	1 Descentrado de las fibras	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.		
		2 Obstrucción de los capilares	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.		
		3 Rotura de los capilares	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.		

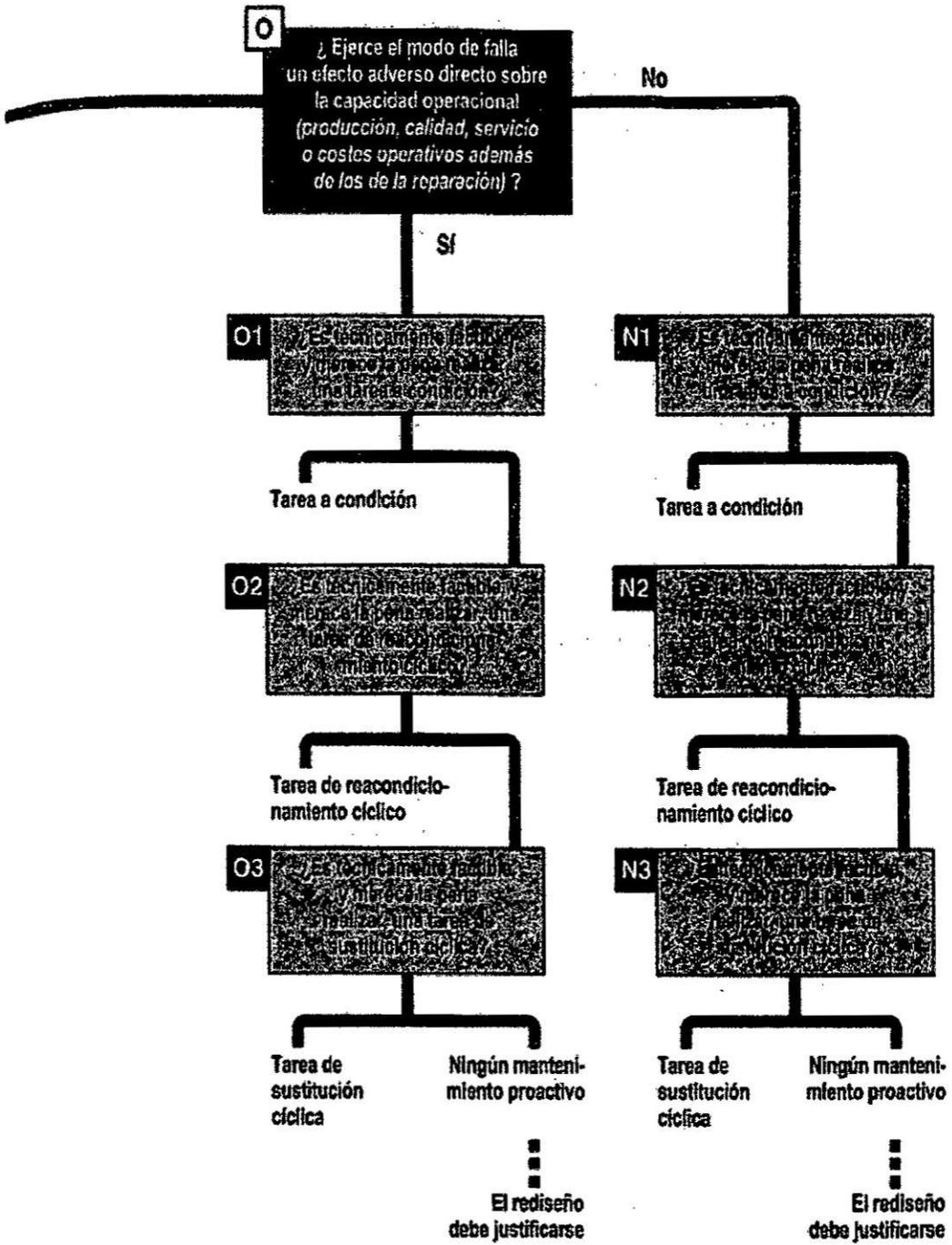
Fuente: Moubray

Figura 2.9
EL DIAGRAMA DE DECISIÓN RCM (PARTE 1)



Fuente: Moubray

Figura 2.10
EL DIAGRAMA DE DECISIÓN RCM (PARTE 2)



Fuente: Moubray

diagnóstico, resultado del análisis, debe contener indicaciones o alternativas para mejoras en los métodos practicados por la empresa.

Además de las tablas comparativas del método, es recomendable el montaje de gráficos ilustrativos de algunas condiciones existentes, así como, en el caso que el proceso concluya por la informatización del sistema de gestión del mantenimiento, se deberá presentar una tabla, con los elementos que compondrán los varios archivos del Sistema debidamente dimensionados y correlacionados. (p.12-14)

2.10 Importancia del análisis de la data del equipo de electroforesis capilar

Con la data que se tiene del equipo esta puede ser convertida en una información muy importante y que puede servir en una herramienta estratégica en una empresa.

Hay tres temas muy importantes que deben considerarse para las analíticas de los datos: velocidad, variedad y volumen

Mora(2012) afirma que: en la mayoría de las tácticas conocidas como TPM, RCM, proactiva, reactiva, clase mundial, PMO, RCM ScoreCard, centrada en objetivos, basada en riesgos, etc. se observa que fundamentan su establecimiento a partir de los indicadores CMD(confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad), los cuales proveen los principios básicos estadísticos y sirve de medida como esta caminando el mantenimiento en una organización y proyecta las dos manifestaciones magnas de mantenimiento: fallas y reparaciones. La confiabilidad se mide a partir del número y la duración de las fallas (tiempos útiles, reparaciones, tareas proactivas, etc.). La mantenibilidad se cuantifica a partir de la cantidad y de la duración de las reparaciones (o mantenimientos planeados), mientras la disponibilidad se mide (o se obtiene por cálculo y deducción matemática) a partir de la confiabilidad y de la mantenibilidad ó también por cálculo matemático. (p.59)

A continuación pasaremos a definir los indicadores con más detalle:

Disponibilidad:

Mora (2012) define la disponibilidad como la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo, el tiempo administrativo, el tiempo de funcionamiento sin producir y el tiempo logístico. (p.67)

Disponibilidad es una relación que muestra la proporción de tiempo útil efectivo frente al tiempo total disponible; la relación está gobernada por parámetros y metodologías de cálculo de orden mundial. (Mora, 2012, p.466)

La disponibilidad es la proporción de tiempo durante el cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado. Esta depende de la frecuencia de fallas y el tiempo que demande reanudar el servicio (Torres, 2005, p.20)

También tenemos las siguientes fórmulas de Disponibilidad en relación a Confiabilidad y Mantenibilidad:

$$Disponibilidad = \frac{Confiabilidad}{Confiabilidad + Mantenibilidad}$$

$$Disponibilidad = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

Dónde:

MTBF= Tiempo medio entre fallos

MTTR=Tiempo neto medio para realizar reparaciones o mantenimientos correctivos.

$$Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo opera correctamente y funciona bien}}{\text{Tiempo en que puede operar}}$$

Mantenibilidad:

Torres(2005) define la mantenibilidad como la probabilidad de que una máquina, equipo o un sistema pueda ser reparado a una condición específica en un periodo de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad. La mantenibilidad es la cualidad que caracteriza una máquina, equipo o sistema en cuanto a su facilidad a realizarle mantenimiento, depende del diseño y pueden ser expresados en términos de frecuencia, duración y costo. (p.20)

Mora (2012) afirma que los tiempos de operación sin fallas y los periodos invertidos en reparaciones se pueden analizar de varias formas, una de las cuales es mediante el uso de distribuciones ya estandarizadas que emulen su comportamiento en el tiempo. Mantenibilidad es la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo, puedan regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería, falla o interrupción productiva. La mantenibilidad se asocia a la facilidad con que un dispositivo se puede restaurar a sus condiciones de funcionalidad establecida, lo cual implica tener en cuenta todas las características y hechos previos ocurridos antes de alcanzar ese estado de normalidad. (p.103-105)

Mantenibilidad mide las actividades de reparaciones y tareas proactivas que realiza el área de mantenimiento sobre los equipos. Sus medidas básicas son el volumen de reparaciones(o tareas planeadas) y los tiempos efectivos de realización y sus demoras. En el caso de la mantenibilidad, la evaluación se asocia a los grupos de personas que hacen los mantenimientos o las reparaciones. (Mora, 2012, p.465)

Confiabilidad:

La Fiabilidad es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un periodo determinado bajo condiciones específicas. La probabilidad puede variar entre 0(indica la certeza de falla) y 1(indica la certeza de buen

desempeño). Por lo tanto, la probabilidad de falla esta necesariamente unidad a la fiabilidad. El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que se denomina la tasa de falla, que es el cociente del número de fallas sobre el total de horas de operación del equipo. (Torres, 2005, p.20)

La medida de la confiabilidad de un equipo es la frecuencia con la cual ocurren las fallas. Si no hay, el equipo es 100% confiable; si la frecuencia es muy baja, la confiabilidad del equipo es aun aceptable, pero si es muy alta, el equipo es poco confiable.

La confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña durante un periodo de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno. (Mora, 2012, p.95).

Confiabilidad valora las acciones que ejecuta producción sobre el manejo y la operación de los equipos, desde la óptica de su fabricación y su explotación. Las medidas fundamentales en que se apoya son las cantidades y los tiempos de fallas inherentes a los equipos. (Mora, 2012, p.465)

De la Paz (2014) afirma que la confiabilidad estudia:

- Las regularidades del surgimiento de los fallos y la recuperación de los fallos y la recuperación de la capacidad de trabajo de los artículos.
- La influencia de los factores externos e internos en los procesos que se desarrollan en los artículos.
- Los métodos de la determinación cualitativa y la valoración (comparativa) de la fiabilidad.
- Las actividades para aumentar la fiabilidad al diseñar y producir los artículos, así como los procedimientos para mantener el nivel necesario en su fiabilidad en el proceso de explotación.

Cuadro 2.6
CLASIFICACIÓN DE LOS FALLOS

Criterio de clasificación	Tipo de fallo
Por su influencia en la capacidad de trabajo	Total Parcial
Por su interacción con otros fallos	Dependiente Independiente
Por las causas que lo provocan	Constructivos Tecnológicos De explotación Por desgaste
Por su modo de manifestación respecto al tiempo	Repentino Gradual
Por el período de la vida del artículo en que se manifiestan	Prematuro Casual De desgaste o envejecimiento
Por su severidad	Leve Marginal Crítico Catastrófico
Por su frecuencia de ocurrencia	Frecuente Probable Ocasional Remoto Extremadamente remoto

Fuente: De la Paz

Fiabilidad es la probabilidad de que un dispositivo realice satisfactoriamente su función específica durante un período especificado y bajo un conjunto dado de condiciones operativas.

Fallo es un concepto básico de la teoría de la Fiabilidad y constituye el hecho a partir del cual el artículo deja de cumplir total o parcialmente sus funciones. Es el cese del estado de capacidad de trabajo del artículo.

Para analizar la naturaleza de los fallos, así como para elaborar las medidas encaminadas a pronosticarlos o preverlos, estos se clasifican atendiendo a diversos criterios (véase el cuadro 2.6, en la página 74). (p.9-10).

De la Paz (2014) afirma que desde el punto de vista de Ingeniería, la fiabilidad es la probabilidad de que un artículo desarrolle una determinada función bajo condiciones fijadas durante un período de tiempo determinado, es decir entre 0 y t. Es necesario especificar exactamente lo que se entiende por la función a desarrollar por el artículo ya que, por ejemplo, el funcionamiento de una computadora en una oficina puede ser muy diferente a su funcionamiento en una industria controlando un proceso. (p.10)

La curva de la bañera (Bathtub Curve):

De la Paz (2014) define la curva de la bañera como la tasa instantánea de fallos varía respecto al tiempo, su representación típica tiene forma de bañera (véase la figura 2.12, en la página 76), con tres etapas diferenciadas:

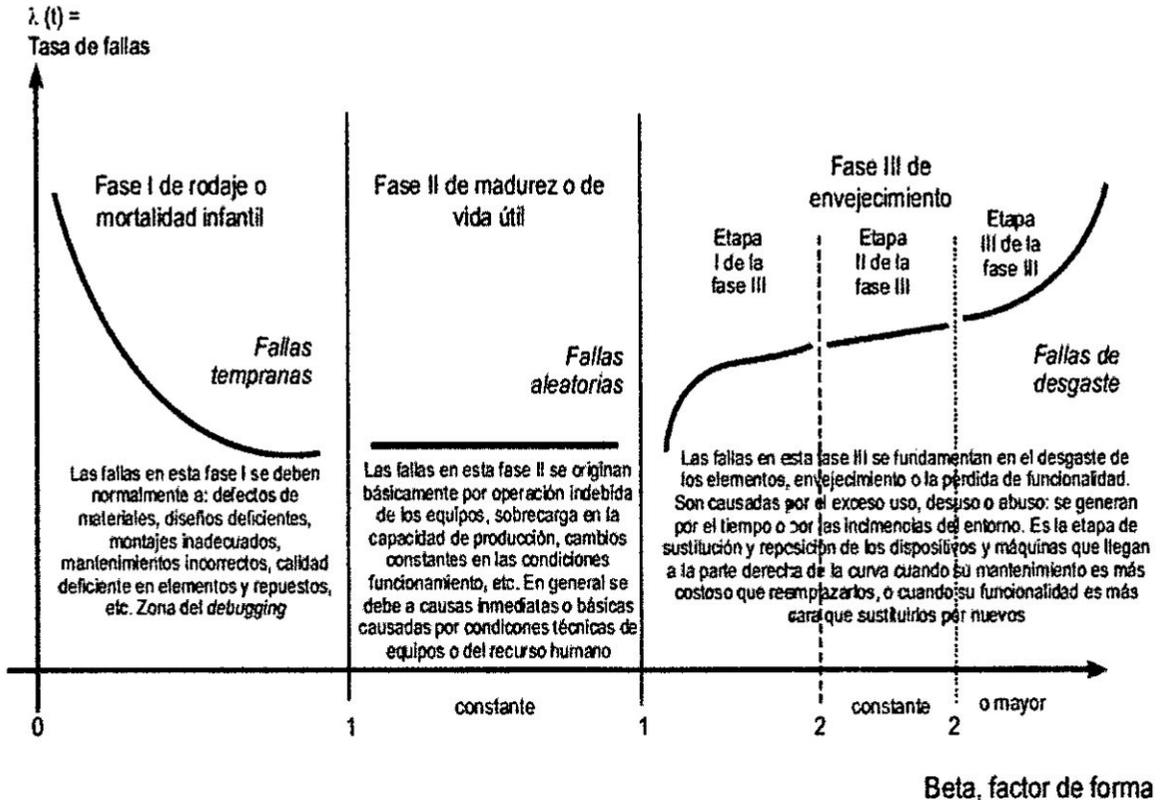
- Fallos iniciales ("infantiles").
- Operación normal o de fallos constantes
- Fallos de desgaste o envejecimiento

La primera etapa, de fallos iniciales o infantiles corresponde generalmente a la existencia de dispositivos defectuosos con una tasa de fallo superior a la normal, que están incluidos entre los dispositivos normales. Esta tasa de fallo elevada (número de componentes que han fallado en un incremento de tiempo dividido por el número de partes que sobreviven) va disminuyendo con el tiempo hasta alcanzar un valor casi constante.

La segunda etapa, de operación normal o de fallos constantes, también llamada de fallos aleatorios, es debida usualmente a operaciones con solicitaciones superiores a las proyectadas. Durante esta etapa, la tasa de fallo se estabiliza a un valor casi constante y los fallos que se presentan se denominan aleatorios o catastróficos, ya que ocurren de forma totalmente aleatoria o inesperada.

La tercera etapa, de fallos de desgaste o de envejecimiento, es debida a la superación de la vida prevista del artículo, cuando empiezan a aparecer fallos de degradación como consecuencia del desgaste. Se caracteriza por un aumento de la tasa de fallo, tanto más elevado cuanto mayor sea el tiempo transcurrido desde el final de la segunda etapa. (p.11-12).

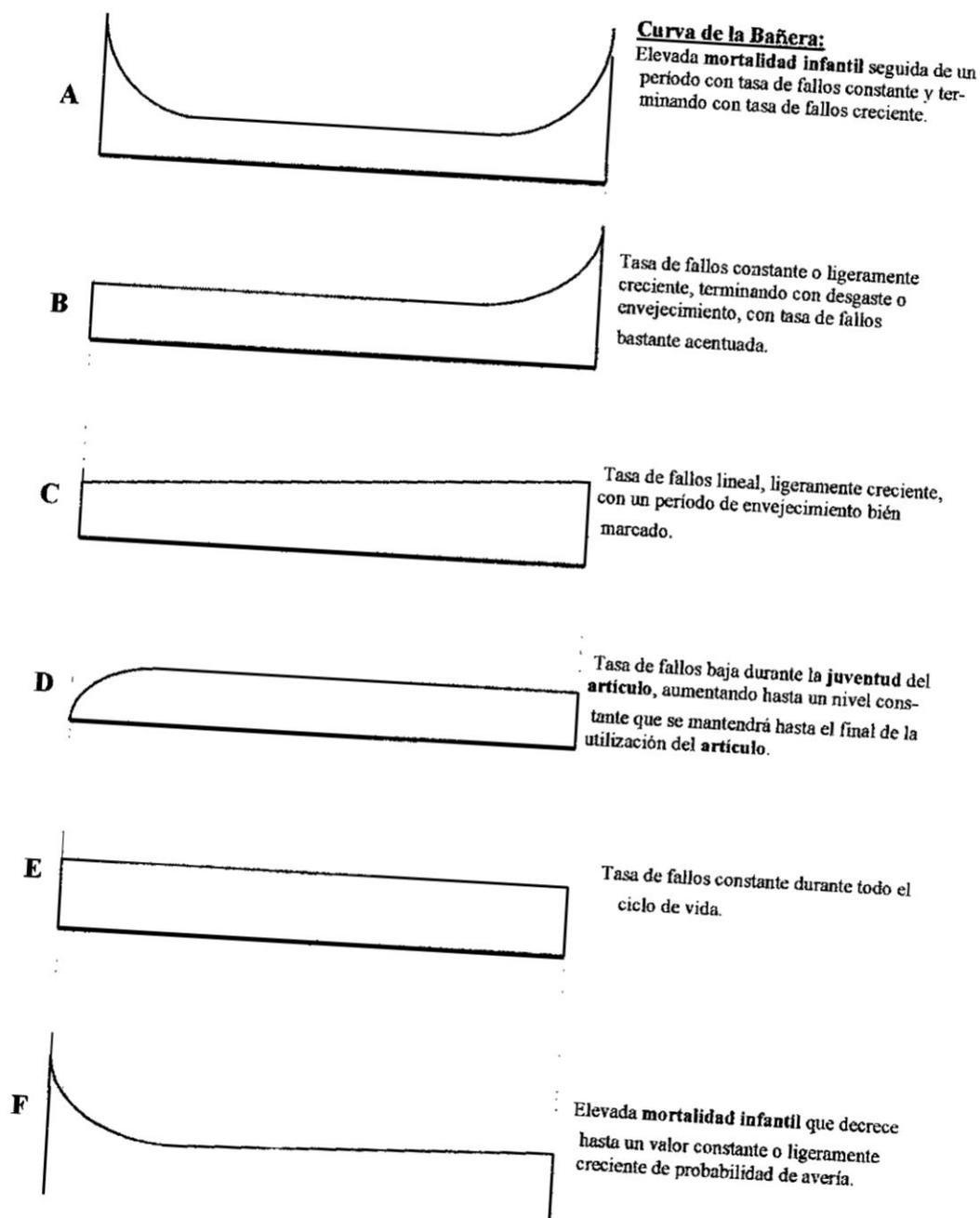
Figura 2.12
CURVA DE LA BAÑERA



Fuente: Mora

Este patrón básico fue considerado único hasta que hace poco tiempo se refrendaron 5 patrones más (véase la figura 2.13).

Figura 2.13
PATRONES DE FALLO



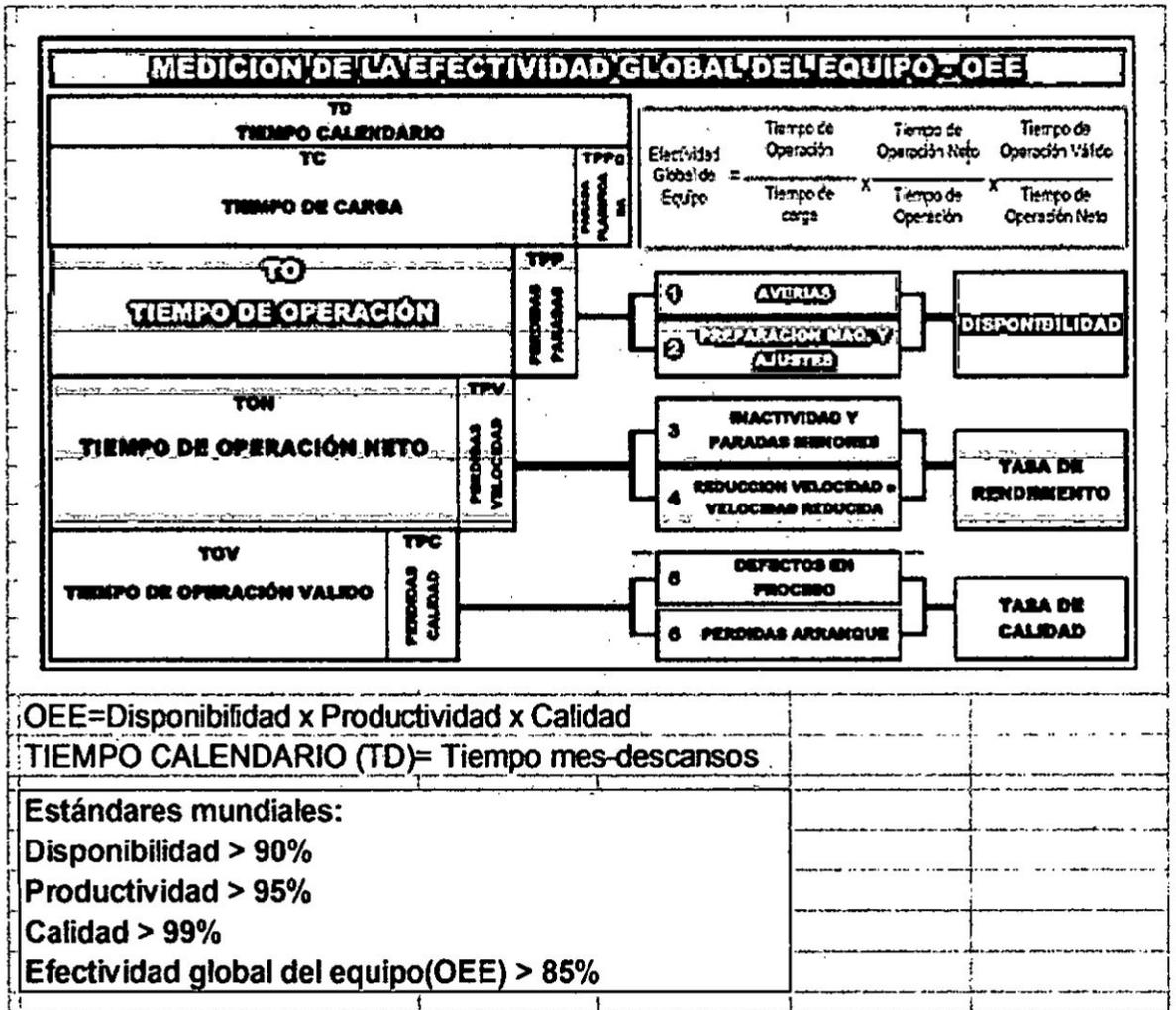
Fuente: Moubray

Cálculo de la efectividad global de un equipo (OEE):

Para el cálculo de la disponibilidad, productividad, calidad y la efectividad global de un equipo ó máquina (véase la figura 2.14).

Figura 2.14

CÁLCULO DE DISPONIBILIDAD, PRODUCTIVIDAD, CALIDAD Y EFECTIVIDAD GLOBAL DE UN EQUIPO Ó MÁQUINA



Fuente: Elaboración propia

2.11 Definición de términos básicos

Mantenimiento: Conjunto de actividades orientadas a prevenir y mantener las funciones de un equipo o sistema.

Mantenimiento preventivo: Actividades que incluyen la lubricación, inspecciones de rutina y ajustes, dichas actividades no eliminan las fallas.

Mantenimiento predictivo: Actividades de seguimiento con el objetivo de detectar una falla antes de que suceda, se usan para ello instrumentos de diagnóstico, estadística, con el objeto de pronosticar el comportamiento de un componente de una maquina o equipo.

Mantenimiento correctivo: Todos los servicio ejecutados en los equipos ó maquinas después de ocurridas las fallas.

Auditoria: Instrumento de gestión que ha de incluir una evaluación sistemática, documentada y objetiva de la eficacia del sistema de prevención para lo cual deberá ser realizada de acuerdo con las normas técnicas establecidas o que puedan establecerse, y teniendo en cuenta la información recibida de los trabajadores.

Gestión: Acción y efecto de administrar o gestionar un negocio. Involucra dirigir, gobernar, disponer, organizar y ordenar a lograr los objetivos propuestos.

Modelo: Es un patrón de referencia o prototipo que nos permite entender para una construcción o implementación.

Plan de mantenimiento: Es un modelo de gestión de un activo que definen los programas de mantenimiento, actividades periódicas, con el objetivo de mejorar la vida útil de un equipo.

Confiabilidad: Es la aptitud de un Sistema de cumplir la función para la cual fue diseñado, en condiciones dadas, durante un intervalo de tiempo determinado.

Mantenibilidad: Es la aptitud de un sistema de ser mantenido o restablecido, en un tiempo dado, a su funcionamiento normal.

Disponibilidad: Probabilidad de que un equipo o sistema este apto para su funcionamiento durante un periodo de tiempo establecido, cuando es operado bajo condiciones específicas. Es la aptitud de un sistema de estar en un estado de cumplir una función requerida, en condiciones dadas, en el instante requerido y por un intervalo de tiempo requerido, suponiendo que está asegurada la provisión de los medios externos necesarios.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Definición de las variables.

a) Variable independiente.

X1= Contexto operacional del equipo de electroforesis capilar

X2= Mantenimiento centrado en la confiabilidad

X3= Data registrada en el equipo de electroforesis capilar

b) Variables dependientes

Y= Modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipo de electroforesis capilar.

Relación de variables: $Y = f(X1, X2, X3)$

3.2 Operacionalización de variables

Cuadro 3.1
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DEP.	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
Y=Modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar.	Desarrollo de estrategias de mantenimiento y plan de mantenimiento.	Descripción	Relacionando X1, X2 y X3 identificados, con la teoría del mantenimiento centrado en la confiabilidad.
VARIABLES IND.	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
X1=Contexto operacional del equipo de electroforesis capilar.	Experiencia de operador. Calidad energía eléctrica. Condiciones ambientales.	Cumple o no cumple	Auditoria técnica con lista de chequeo. Encuestas a personal.
X2=Mantenimiento centrado en la confiabilidad.	Mantenimiento preventivo. Mantenimiento predictivo. Mantenimiento correctivo.	Actividades	Análisis de modos de fallas y efectos.
X3=Data registrada del equipo de electroforesis capilar.	Disponibilidad. Efectividad global del equipo(OEE).	%	Analizando la data registrada en el equipo de electroforesis capilar.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Hipótesis generales e hipótesis específicas.

Hipótesis general

El modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar debe tener presente el contexto operacional, análisis de modos de fallas y efectos y la data registrada con lo cual se tendrá las estrategias de mantenimiento y plan de mantenimiento.

Hipótesis específicas

- a) Conociendo la experiencia del operador, calidad energía eléctrica y condiciones ambientales se identificara el contexto operacional.
- b) Con la elaboración de la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad se determinara las actividades preventivas, predictivas y correctivas.
- c) La data registrada considera tener la disponibilidad y la efectividad global del equipo de electroforesis capilar.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

Aplicada.- Los resultados sirvieron para aplicarlos a la práctica.

Alcance explicativa-causal.- Busca explicar hechos y fenómenos. Se da en el análisis de causa-efecto.

Alcance Descriptivo.- Porque busca describir hechos y fenómenos.

Diseño No experimental de corte transversal (transeccional).- Porque se aplicó cuestionario, se recoge información en un momento.

Enfoque cuantitativo.- El estudio de los datos son de carácter cuantitativo.

4.2 Diseño de la Investigación

Tres son las etapas que se consideró en el diseño de la investigación (véase la figura 4.1, en la página 83).

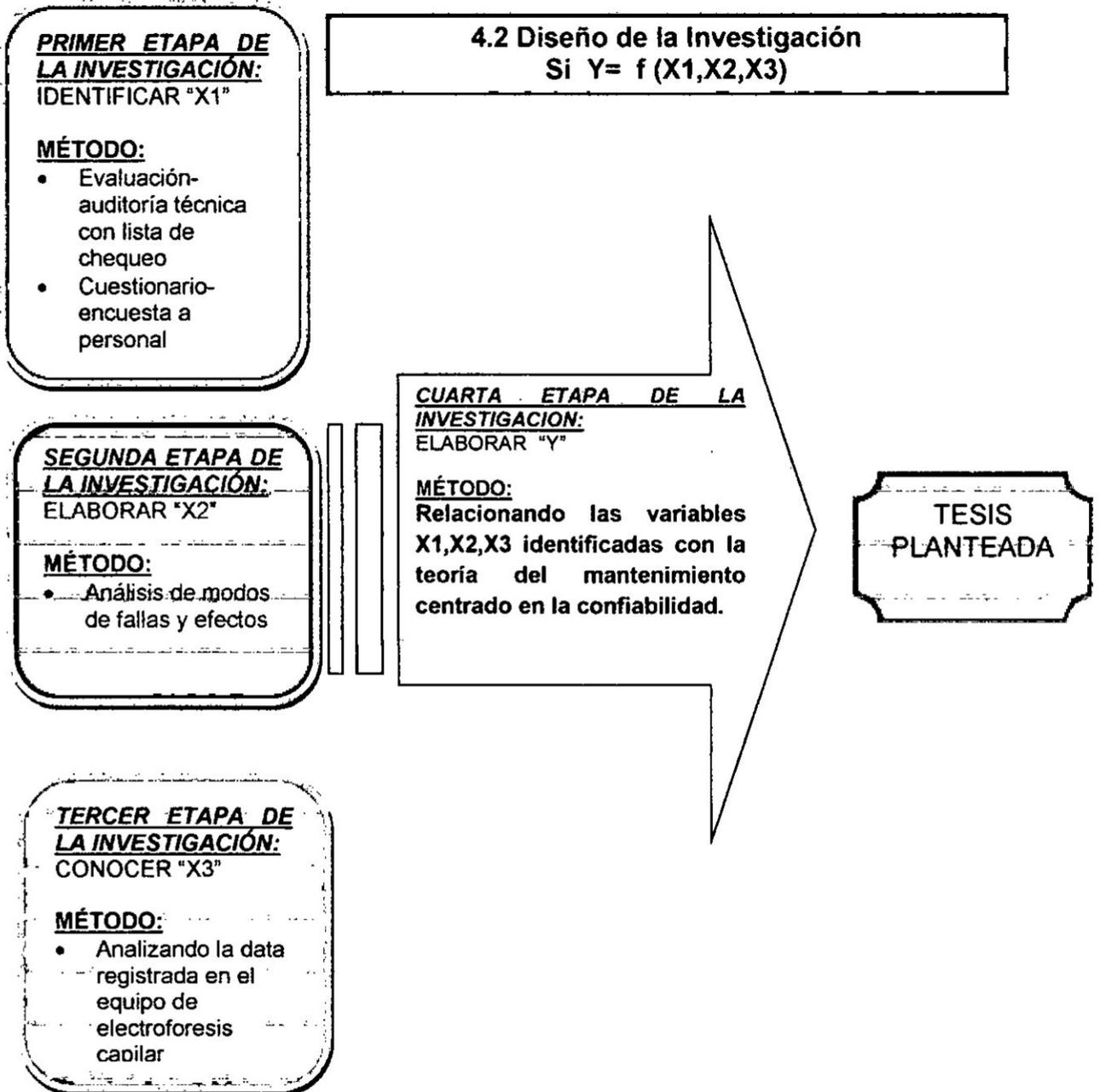
En la primera etapa de la investigación, identificación de la variable X1(contexto operacional del equipo de electroforesis capilar), se utilizó como instrumentos la evaluación-auditoría técnica con lista de chequeo y cuestionario-encuesta al personal operador de los equipos conociendo así la experiencia del operador, calidad de energía eléctrica y condiciones ambientales.

En la segunda etapa de la investigación, identificación de la variable X2(mantenimiento centrado en la confiabilidad), se realizó un análisis de modos de fallas y efectos.

En la tercera etapa de la investigación, identificación de la variable X3 (data registrada en el equipo de electroforesis capilar), se realizó un análisis de la data registrada en el equipo de electroforesis capilar.

En la cuarta etapa, se relaciona las variables X1, X2 y X3, generando la propuesta de solución al problema materia de la investigación. En esta etapa se identificó a la variable Y (modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar).

Figura 4.1
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN



Leyenda

Y=Modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar.

X1=Contexto operacional del equipo de electroforesis capilar

X2=Mantenimiento centrado en la confiabilidad.

X3=Data registrada en el equipo de electroforesis capilar.

4.3 Población y muestra

La población está conformada por 7 equipos que se encuentran en los diferentes Hospitales de Lima y para el fin de la investigación de encontrar el modelo de un plan de mantenimiento para equipos de electroforesis capilar se tomó la muestra de un equipo. Para los efectos de la determinación del tamaño de muestra no se aplicó ninguna fórmula estadística ya que no es necesario, esta es lo suficientemente representativa y luego se puede generalizar para los otros equipos de los Hospitales de Lima.

Para la primer etapa, identificación de la variable X1(contexto operacional del equipo de electroforesis capilar), se utilizó como instrumentos la evaluación-auditoría técnica con lista de chequeo y cuestionario-encuesta al personal operador de los equipos, realizándose a 14 personas, dos de cada Hospital quienes son los que están involucrados directamente con el manejo del equipo.

Para la segunda, tercer y cuarta etapa identificación de las variables X2(mantenimiento centrado en la confiabilidad), X3(data registrada en el equipo de electroforesis capilar) y variable Y(modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar), donde se realizó el análisis de modos de fallas y efectos, análisis de la data y el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad se realizó en un solo equipo que puede extenderse para los demás equipos de la población.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En términos muy generales, las técnicas de recolección de datos que se utilizó son las siguientes:

- a) Entrevistas
- b) Encuestas
- c) Auditorias técnicas

d) Sesiones de grupo

e) La observación

Para la primer etapa, identificación de la variable X1(contexto operacional del equipo de electroforesis capilar), se utilizó como instrumentos la evaluación-auditoría técnica con lista de chequeo y cuestionario-encuesta al personal operador de los equipos, realizándose a 14 personas, dos de cada Hospital quienes son los que están involucrados directamente con el manejo del equipo, esto con el propósito de obtener información adecuada para dar soporte al trabajo de investigación. Los datos obtenidos se registraron en documentos para su posterior uso y análisis en la redacción del informe de la tesis.

Para la segunda, tercer y cuarta etapa donde se efectuó el análisis de modos de fallas y efectos, análisis de la data y el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad se realizó en un solo equipo, se utilizó como instrumentos entrevistas, sesiones de grupo y la observación.

4.5 Procedimiento de la recolección de datos

Para el desarrollo de trabajo de campo se diseñó un instrumento de evaluación consignado como cuestionario-encuesta, el cual tuvo la aprobación de dos doctores y una magister de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Química. Los documentos de aprobación se adjuntan como anexo 10.19

Las encuestas fueron realizadas en los 7 Hospitales de Lima donde se ubican los equipos. Para el logro de este propósito se contó con el apoyo de los operadores del equipo, quienes fueron muy solícitos al brindarnos unos breves minutos.

Se realizó una evaluación-auditoría técnica en los 7 Hospitales para identificar el contexto operacional de los equipos, para lo cual se diseñó un instrumento para el levantamiento de la información consignado como evaluación-auditoría técnica, el cual fue aprobado por dos doctores y una

magister de la facultad de Ingeniería Mecánica y Química. Los documentos de aprobación se adjuntan como anexo 10.20

4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos

Para la primera etapa, identificación de la variable X1 (contexto operacional del equipo de electroforesis capilar), que estuvo dividido en dos partes:

- a) Experiencia del operador: se utilizó como instrumento los cuestionarios-encuestas al personal operador de los equipos, una vez recolectado los datos e información con el formato indicado en el anexo 10.3. Para el análisis de datos la información se ingresó al programa Excel, que fue el software para el tratamiento estadístico. Dentro del Excel se realizó el análisis que se puede ver en el Anexo 10.6. Para la validación del instrumento aplicado, se utilizó el coeficiente de cronbach que salió 0.72, estando con excelente confiabilidad, lo que se puede ver en el Anexo 10.7. El cuestionario-encuesta usado fue validado por 3 expertos que se adjuntan las fichas firmadas en el Anexo 10.19.
- b) Contexto operacional: se utilizó como instrumento la evaluación-auditoría técnica al personal operador de los equipos, una vez recolectado los datos e información con el formato indicado en el anexo 10.5. Para el análisis de datos la información se ingresó al programa Excel, que fue el software para el tratamiento estadístico. Dentro del Excel se realizó el análisis que se puede ver en el Anexo 10.8. Para la validación del instrumento aplicado, se utilizó el coeficiente de cronbach que salió 0.73, estando con excelente confiabilidad, lo que se puede ver en el Anexo 10.9. La evaluación-auditoría técnica usado fue validado por 3 expertos que se adjuntan las fichas firmadas en el Anexo 10.20.

Para la segunda etapa identificación de las variable X2(mantenimiento centrado en la confiabilidad) se utilizó la herramienta análisis de modos de

fallas y efectos, con el apoyo de las entrevistas, auditorías técnicas, sesiones de grupo y la observación se realizó la Hoja de información del RCM dando respuestas a las 5 primeras preguntas del mantenimiento centrado a la confiabilidad y que como resultado se muestra en el anexo 10.12. También se realizó la Hoja de decisión del RCM dando respuestas a las 2 últimas preguntas del mantenimiento centrado a la confiabilidad y como resultado se muestra en el anexo 10.13.

Para la tercer etapa identificación de las variables X3(data registrada en el equipo de electroforesis capilar), se sacó la información del programa phoresis que controla al equipo de electroforesis capilar, de ahí se trasladó la información al programa Excel donde se elaboraron plantillas para el cálculo y análisis de datos (ver el cuadro 5.2, en la página 95).

Y para la última etapa donde de identificó la variable Y (modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar), producto del análisis de la Hoja de decisión RCM se obtuvo las actividades del plan de mantenimiento:

- Actividades del plan de mantenimiento del sistema hidráulico (ver el cuadro 5.3, en la página 96).
- Actividades del plan de mantenimiento del sistema electrónico (ver el cuadro 5.4, en la página 98).
- Actividades del plan de mantenimiento del sistema óptico (ver el cuadro 5.5, en la página 99).
- Procedimiento de mantenimiento predictivo y preventivo (ver anexo 10.14 y 10.15)
- Programa de capacitación (ver anexo 10.16)

V. RESULTADOS

5.1 Contexto operacional del equipo de electroforesis capilar.

Experiencia del operador:

Entre los resultados obtenidos a partir del cuestionario-encuesta para identificar la experiencia del operador del equipo de electroforesis capilar, su análisis se indica en el Anexo 10.6.

Como principal resultado tenemos que es necesario programar capacitación a los operadores en forma semestral y el programa de capacitación se puede ver en el Anexo 10.16.

Realizando la validación del instrumento utilizado con el coeficiente de cronbach salió 0.72, estando con excelente confiabilidad, lo que se puede ver en el Anexo 10.7.

El cuestionario-encuesta fue validado por 3 expertos que se adjuntan las fichas firmadas en el Anexo 10.19.

Contexto operacional:

Entre los resultados obtenidos a partir de la evaluación-auditoría técnica para identificar el contexto operacional y condiciones ambientales del equipo de electroforesis capilar, su análisis se indica en el Anexo 10.8.

Como principal resultado se tiene que de acuerdo al contexto operacional de los Hospitales donde están ubicados los equipos, es necesario protegerlos en la parte eléctrica con un transformador de aislamiento y un UPS. Adicionalmente por el clima de nuestra ciudad es necesario mantenerlos climatizados con un equipo de aire acondicionado.

Realizando la validación del instrumento utilizado con el coeficiente de cronbach salió 0.73, estando con excelente confiabilidad, lo que se puede ver en el Anexo 10.9.

La evaluación-auditoría fue validada por 3 expertos que se adjuntan las fichas firmadas en el Anexo 10.20.

5.2 Mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Los equipos que se tienen instalados son siete (véase el cuadro 5.1).

Cuadro 5.1
EQUIPOS INSTALADOS

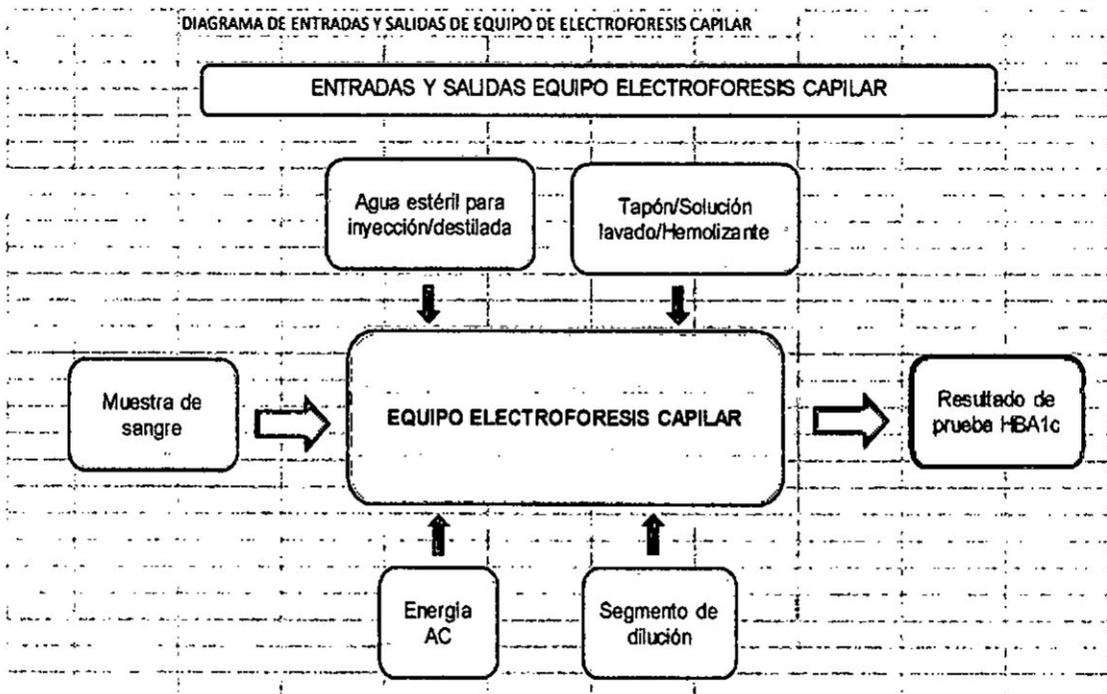
	Equipo	No. de Serie	Ubicación Actual-Cliente
1	Capilarys 2 Flex Piercing	94582	Hospital Dos de Mayo
2	Capilarys 2 Flex Piercing	94583	Hospital Essalud Guillermo Almenara
3	Capilarys 2 Flex Piercing	94928	Hospital Essalud Rebagliati
4	Capilarys 2 Flex Piercing	94648	Hospital Cayetano Heredia
5	Capilarys 2 Flex Piercing	95219	Blufstein Laboratorio Clinico
6	Capilarys 2 Flex Piercing	95519	Hospital Essalud Sabogal
7	Capilarys 2 Flex Piercing	96131	Hospital Hipolito Unanue

Fuente: Elaboración propia

Primero se realizó el análisis de entradas y salidas de equipo (véase la figura 5.1).

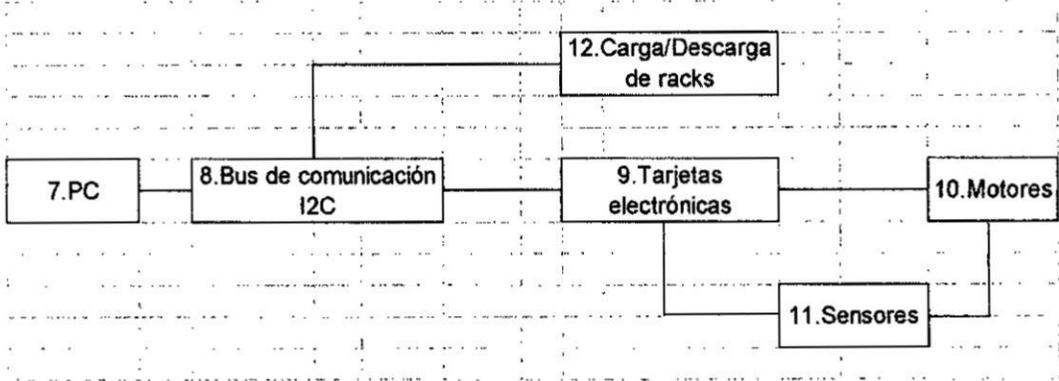
Figura 5.1

DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE EQUIPO DE ELECTROFORESIS CAPILAR



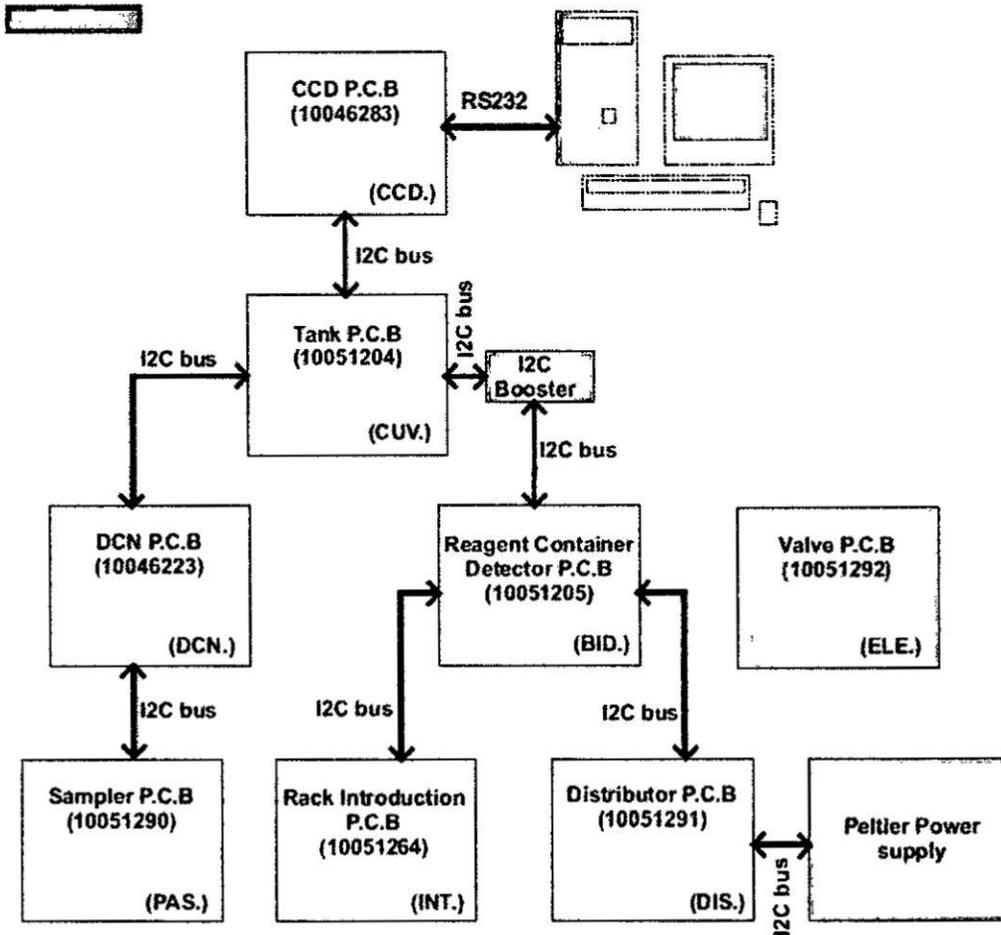
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.4
SISTEMA ELECTRÓNICO DEL EQUIPO



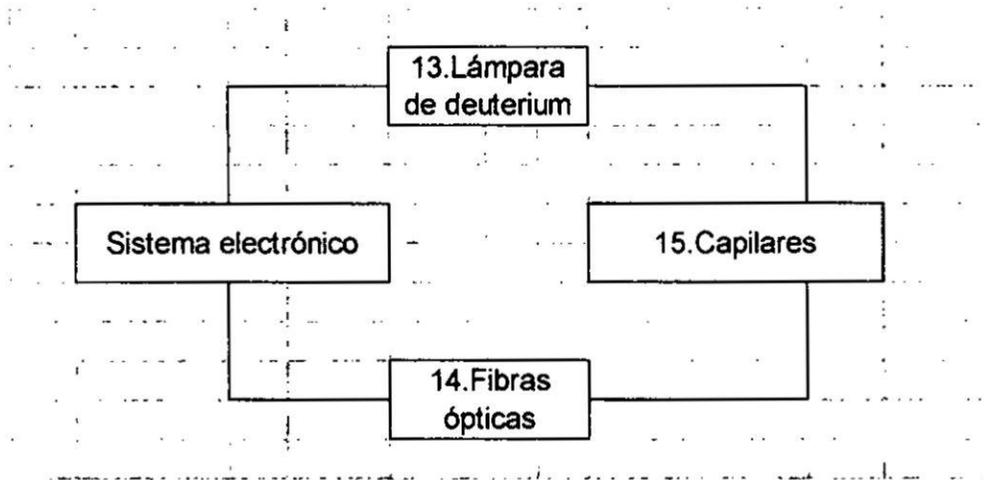
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.5
BUS DE COMUNICACIÓN I2C DEL EQUIPO



Fuente: Sebia

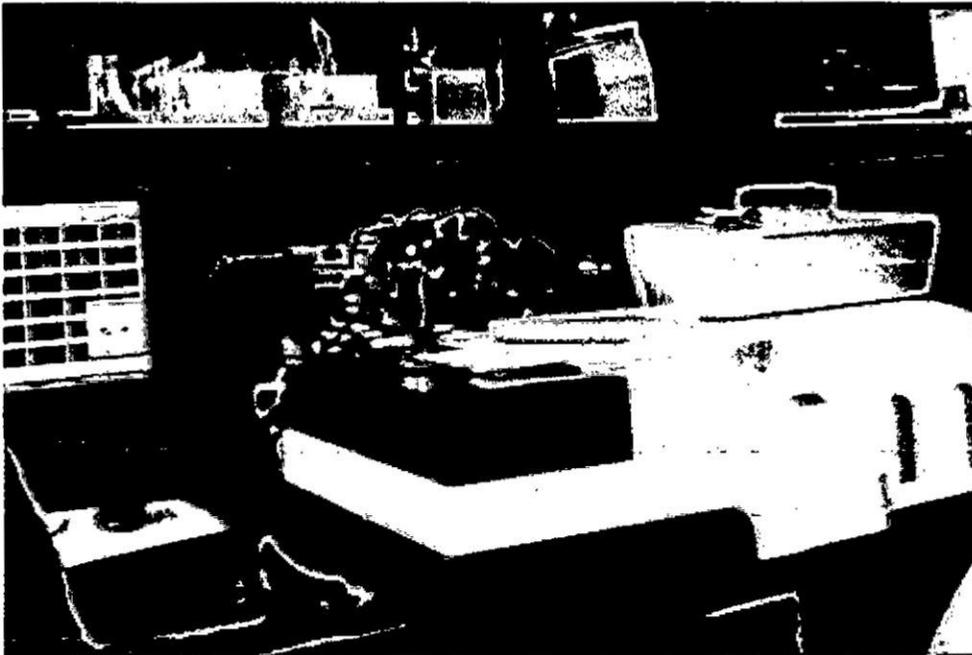
Figura 5.6
SISTEMA ÓPTICO DEL EQUIPO



Fuente: Elaboración propia

El momento de verificación de uno de los equipos que se encuentra instalado en el Hospital Edgardo Rebagliati de Essalud (ver la figura 5.7)

Figura 5.7
EQUIPO DE ELECTROFORESIS CAPILAR HOSPITAL EDGARDO REBAGLIATI



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.3
ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO SISTEMA HIDRÁULICO

Sistema hidráulico	Tarea a realizar	Intervalo inicial	A realizarse por	Mantenimiento	HH	Herramientas	Repuestos/ Insumos
Bomba de presión/vació	Verificar el nivel de voltaje a la entrada y salida del UPS	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	0.5	Multitester	Ninguno
	Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	4	Medidor de calidad de energía eléctrica	Ninguno
	Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema, debe llegar a 3bar en 5seg,perdida<50mbar	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Desde menú de servicio verificar el correcto funcionamiento de las válvulas	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	2	Software phoresis	Ninguno
	Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	Predictivo	2	Juego llaves allen, llave francesa	Ninguno
	Verificar el estado del filtro en forma visual y el cambio deber ser realizado en forma anual	Mensual/Anual	Operador / Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	0.5	Juego llaves allen	Kit de mantenimiento código 1293.
	Verificar el correcto cerrado de los envases de insumos para evitar fugas de aire.	Diario	Operador	Predictivo	0.5	Ninguno	Ninguno
	Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema si no llega en el tiempo adecuado o no llega a la presión de 3bar, realizar el cambio del kit de mantenimiento de la bomba de presión.	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Verificar el correcto cerrado del tanque de desechos	Diario	Operador	Predictivo	0.5	Ninguno	Ninguno
	Verificar funcionamiento de los sensores de nivel desde el menú de servicio	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Desde menú de servicio realizar un ciclo C02 de revisión de vacío en todo el sistema, debe llegar a 20mbar en 5seg,perdida<5mbar	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico	Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores. Brocha	Alcohol isopropilico, aire comprimido en spray
	Verificación y limpieza de los sensores de nivel	Anual	Servicio técnico	Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores. Brocha	Alcohol isopropilico, aire comprimido en spray
Manitol de válvulas	Verificar funcionamiento de las válvulas desde el menú de servicio	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Juego llaves allen	Ninguno
Válvulas de 4/6 vías	Verificar funcionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio, realizar cambio de anillo interno y calibración.	Anual	Servicio técnico	Predictivo	2	Software phoresis	Kit de mantenimiento
	Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Juego llaves allen	Ninguno
	Verificar funcionamiento de los motores de accionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio.	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Verificar funcionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio, realizar ajuste del acoplamiento del motor con la válvula. Si se es necesario cambio de válvulas.	Anual	Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	2	Software phoresis	Válvulas de 4/6 vías
	Verificar funcionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio, realizar calibración de las válvulas.	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno

Sistema hidráulico	Tarea a realizar	Intervalo inicial	A realizarse por	Mantenimiento	HH	Herramientas	Repuestos/ Insumos
Tanque catódico/anódico	Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Juego llaves allen	Ninguno
	Verificación del nivel de líquido de los reactivos	Diario	Operador	Predictivo	1	Juego llaves allen/Jeringa	Ninguno
	Cambio del filtro del reactivo con cada cambio de un nuevo reactivo	Semanal	Operador	Preventivo	0.5	Juego llaves allen	Filtro de reactivo
	Verificar los tanques catódico y anódico	Anual	Servicio técnico	Predictivo	0.5	Juego llaves allen	Ninguno
	Verificar la empaquetadura de tanques	Anual	Servicio técnico	Predictivo	0.5	Juego llaves allen	Ninguno
	Ajuste de los pernos de la base de tanques	Anual	Servicio técnico	Predictivo	0.5	Juego llaves allen	Ninguno
	Verificación de llenado de tanques desde menú de servicio (ciclos C08,C11)	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	2	Software phoresis	Ninguno
Verificación de trabajo de ciclo verificando los archivos Logs	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno	
Jeringa	Verificación de funcionamiento de la jeringa desde menú de servicio, que tenga una holgura < 100 pasos, realizar ciclo C13	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Verificación de ajuste de tornillos de acople.	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Juego llaves allen	Ninguno
	Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Juego llaves allen	Ninguno
	Verificación de funcionamiento de las válvulas desde menú de servicio.	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Juego llaves allen	Ninguno
	Verificación del nivel de líquido de los reactivos	Diario	Operador	Predictivo	1	Juego llaves allen/Jeringa	Ninguno
Aguja	Realizar ciclo de capiclean (limpieza de aguja y capilares)	Semanal	Operador	Predictivo/Preventivo	2	Micropipeta.	Tubos cónicos, Solución capiclean, agua destilada.
	Limpieza de aguja y estación de lavado	Anual	Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	1	Juego llaves allen/hisopos/cepillo	Tubos cónicos, Solución capiclean.
	Lubricación de ejes de accionamiento de la aguja.	Anual	Servicio técnico	Preventivo	0.5	Juego llaves allen	Grasa
	Desde menú de servicio realizar ciclos de dilución C16 y de inyección C19	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Juego llaves allen	Ninguno

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.4
ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO SISTEMA ELECTRÓNICO

Sistema electrónico	Tarea a realizar	Intervalo inicial	A realizarse por	Mantenimiento	HH	Herramientas	Repuestos/ Insumos
Computador/ PC	Verificar el nivel de voltaje a la entrada y salida del UPS	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	0.5	Multitester	Ninguno
	Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	4	Medidor de calidad de energía eléctrica	Ninguno
	Realizar una verificación del disco duro con software (Scandisk y fragmentador)	Anual	Servicio técnico	Predictivo	2	Scandisk y fragmentador	Ninguno
	Realizar una verificación y backup de la base de datos de software phoresis	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
Bus de comunicación I2C	Verificar el nivel de voltaje a la entrada y salida del UPS	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	0.5	Multitester	Ninguno
	Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	4	Medidor de calidad de energía eléctrica	Ninguno
	Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico	Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores. Brocha	Alcohol isopropilico, aire comprimido en spray
	Verificación de cable serial	Anual	Servicio técnico	Predictivo	0.5	Multitester	Ninguno
	Realizar una verificación del disco duro con software (Scandisk y fragmentador)	Anual	Servicio técnico	Predictivo	2	Scandisk y fragmentador	Ninguno
	Realizar una verificación y backup de la base de datos de software phoresis	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
Tarjetas electrónicas	Verificación y mantenimiento de los motores	Anual	Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores	Rodamientos, grasa
	Verificación de funcionamiento de los encoder desde software de servicio	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	4	Medidor de calidad de energía eléctrica	Ninguno
	Verificar nivel de voltajes de fuente de bajo voltaje 24V +/- 1.5V	Anual	Servicio técnico	Predictivo	0.5	Multitester	Ninguno
	Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico	Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores. Brocha	Alcohol isopropilico, aire comprimido en spray
	Verificación y ajuste de las conexiones eléctricas de los conectores de las tarjetas electrónicas.	Anual	Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	1	Juego desarmadores	Ninguno
Motores	Verificación de funcionamiento de los motores desde software de servicio	Anual	Servicio técnico	Preventivo	2	Software phoresis	Ninguno
	Verificación y ajuste de las conexiones eléctricas de los conectores de las tarjetas electrónicas.	Anual	Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	1	Juego desarmadores	Ninguno
	Verificar el nivel de voltaje a la entrada y salida del UPS	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	0.5	Multitester	Ninguno
	Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico	Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores. Brocha	Alcohol isopropilico, aire comprimido en spray
	Verificación de trabajo del motor con equipo de análisis vibracional.	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Analizador vibracional	Ninguno
	Verificación y mantenimiento de los motores	Anual	Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores	Rodamientos, grasa
	Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	4	Medidor de calidad de energía eléctrica	Ninguno

Sistema electrónico	Tarea a realizar	Intervalo inicial	A realizarse por	Mantenimiento	HH	Herramientas	Repuestos/ Insumos
Sensores	Verificación y limpieza de las conexiones entre tarjetas electrónicas y sensores	Anual	Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	1	Juego desarmadores	Ninguno
	Verificación y limpieza de los sensores	Anual	Servicio técnico	Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores. Brocha	Alcohol isopropílico, aire comprimido en spray
	Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico	Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores. Brocha	Alcohol isopropílico, aire comprimido en spray
Carga/Descarga de racks	Verificación de los rack de muestras, separando los que se estén dañados.	Diario	Operador	Predictivo	0.5	Ninguno	Ninguno
	Capacitación al operador	Semestral	Servicio técnico	Predictivo	14	Ninguno	Ninguno
	Verificación y limpieza de las conexiones entre tarjetas electrónicas y sensores	Anual	Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	1	Juego desarmadores	Ninguno
	Verificación y limpieza de los sensores	Anual	Servicio técnico	Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores. Brocha	Alcohol isopropílico, aire comprimido en spray
	Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico	Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores. Brocha	Alcohol isopropílico, aire comprimido en spray
	Desde menú de servicio realizar verificación de carga/descarga de racks con ciclo C06	Anual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Verificación y mantenimiento de los motores	Anual	Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores	Rodamientos, grasa
	Verificación y ajuste de las conexiones eléctricas de los conectores de las tarjetas electrónicas.	Anual	Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	1	Juego desarmadores	Ninguno
Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	4	Medidor de calidad de energía eléctrica	Ninguno	

Fuente: Elaboración propia

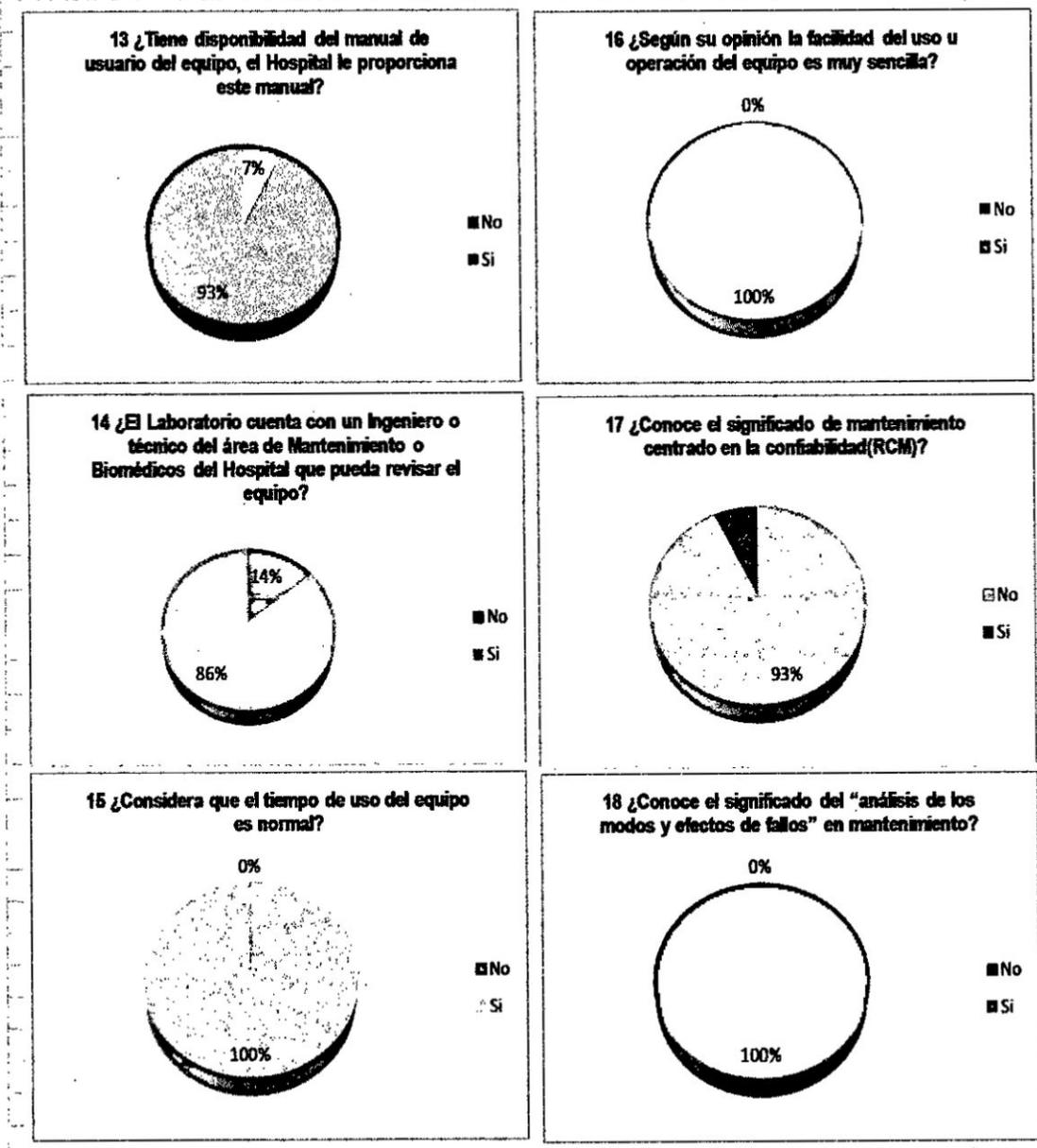
Cuadro 5.5
ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO SISTEMA ÓPTICO

Sistema óptico	Tarea a realizar	Intervalo inicial	A realizarse por	Mantenimiento	HH	Herramientas	Repuestos/ Insumos
Lámpara de deuterium	Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	4	Medidor de calidad de energía eléctrica	Ninguno
	Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico	Preventivo	2	Juego llaves allen, juego desarmadores. Brocha	Alcohol isopropílico, aire comprimido en spray
	Verificación y ajuste de las conexiones eléctricas de los conectores de las tarjetas electrónicas.	Anual	Servicio técnico	Predictivo/Preventivo	1	Juego desarmadores	Ninguno
Fibras ópticas	Verificación de la densidad óptica en los controles y muestras procesadas. Cambio de agua destilada o desionizada.	Diario	Operador	Predictivo	0.5	Software phoresis	Ninguno
	Verificación de la calibración de CCD, si es necesario realizar centrado de las fibras ópticas	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Realizar ciclo de capiclean (limpieza de aguja y capilares)	Semanal	Operador	Predictivo/Preventivo	2	Micropipeta.	Tubos cónicos, Solución capiclean, agua destilada,
Capilares	Verificación de la densidad óptica en los controles y muestras procesadas. Cambio de agua destilada o desionizada	Diario	Operador	Predictivo	0.5	Software phoresis	Ninguno
	Realizar ciclo de capiclean (limpieza de aguja y capilares)	Semanal	Operador	Predictivo/Preventivo	2	Micropipeta.	Tubos cónicos, Solución capiclean, agua destilada,
	Verificación de la calibración de CCD, si es necesario realizar centrado de las fibras ópticas	Mensual	Servicio técnico	Predictivo	1	Software phoresis	Ninguno
	Realizar ciclo de capiclean (limpieza de aguja y capilares)	Semanal	Operador	Predictivo/Preventivo	2	Micropipeta.	Tubos cónicos, Solución capiclean, agua destilada,

Fuente: Elaboración propia

Figura 6.3

RESULTADOS DE CUESTIONARIO-ENCUESTA 13 A 18

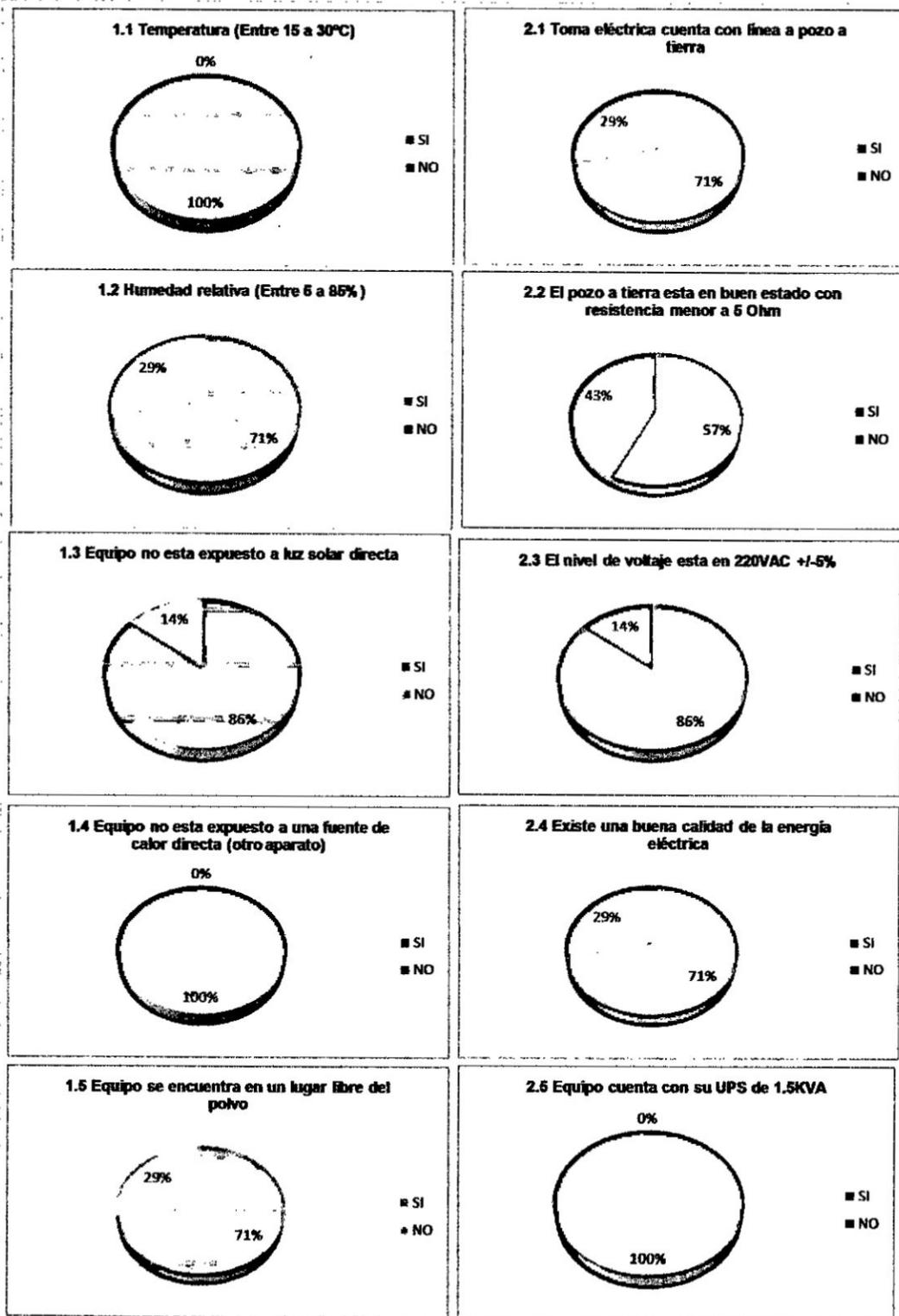


Fuente: Elaboración propia

Y también se evaluó el contexto operacional con evaluación-auditoría técnica (indicado en Anexo 10.5) de donde tenemos los resultados y análisis en el Anexo 10.8 que a continuación se grafican:

Figura 6.4

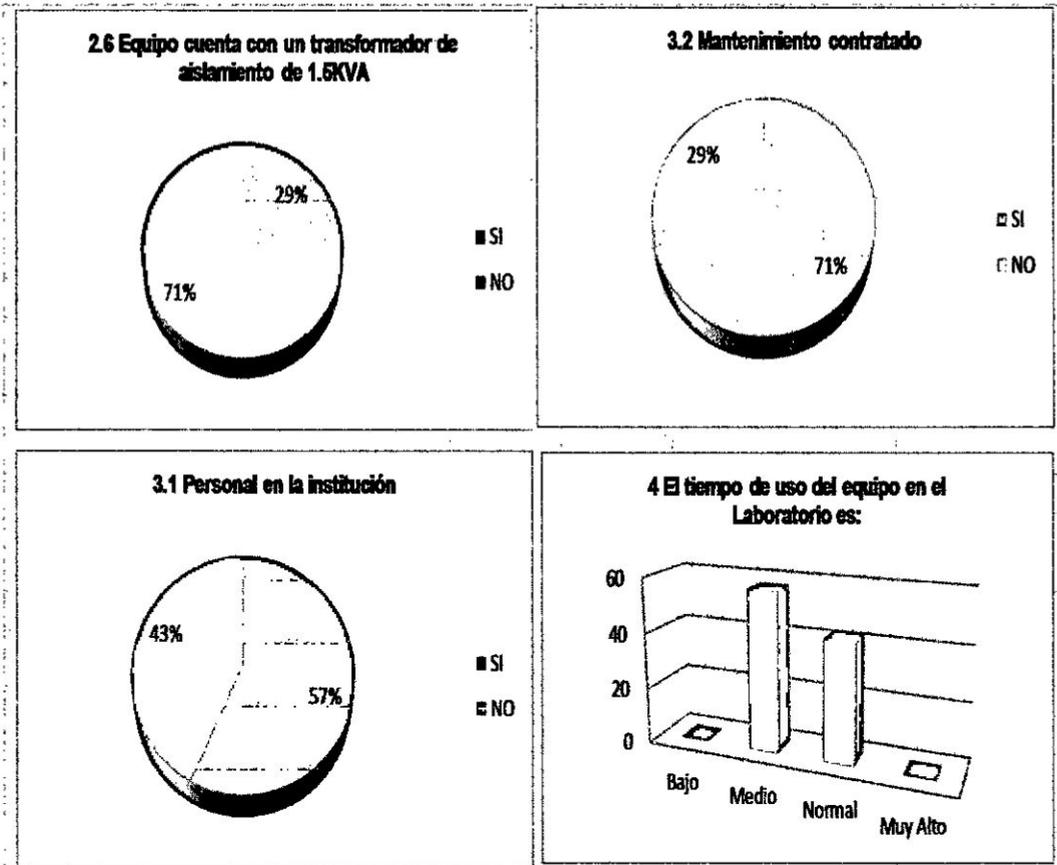
RESULTADOS DE EVALUACIÓN-AUDITORIA TÉCNICA 1 A 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.5

RESULTADOS DE EVALUACIÓN-AUDITORIA TÉCNICA 2 A 4



Fuente: Elaboración propia

Con las dos herramientas indicadas se logra identificar el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar, que es muy importante tomar en cuenta para la elaboración del modelo del plan de mantenimiento.

Con el análisis efectuado queda verificada la primera hipótesis específica, que señala: “Conociendo la experiencia del operador, calidad energía eléctrica y condiciones ambientales se identificara el contexto operacional”.

Para la segunda hipótesis específica mediante la hoja de Información del RCM se realiza el análisis de modos de fallas y efectos, en el que se

involucran las 5 preguntas iniciales del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). La hoja de información se detalla en el Anexo 10.12. Luego se realiza la hoja de decisión del RCM en la cual se analiza y se toma la decisión final acerca de cómo se va a mantener el activo, dando respuesta a las dos últimas preguntas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). Como resultado del análisis realizado tenemos la hoja de decisión que se detalla en el Anexo 10.13.

Con el análisis efectuado queda verificada la segunda hipótesis específica, que señala: "Con la elaboración de la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad se determinara las actividades preventivas, predictivas y correctivas"

Y para la última hipótesis específica, se realizó el análisis de la data registrada del equipo de electroforesis capilar del año 2017 obteniéndose los indicadores que se detallan en el cuadro 5.2 en el capítulo V de resultados.

Con el análisis efectuado queda verificada la última hipótesis específica, que señala: "La data registrada considera tener la disponibilidad y la efectividad global del equipo de electroforesis capilar".

Se comprueba que para el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de equipos de electroforesis capilar, se debe tener en cuenta y es muy importante considerar el contexto operacional del equipo, con esto se logra tener un mejor análisis para establecer las estrategias de mantenimiento y plan de mantenimiento. Para tener el modelo del plan de mantenimiento, es resultado de análisis de modos de fallas y efectos con lo que se obtiene la hoja de información del RCM y hoja de decisión del RCM, dando respuesta a las 7 preguntas del mantenimiento centrado en la confiabilidad, teniéndose como resultado final las actividades del plan de mantenimiento del equipo. Es muy importante también el análisis

VII. CONCLUSIONES

- a) El modelo del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para equipos de electroforesis capilar que se obtuvo es muy importante para aumentar la vida útil del equipo y es económicamente rentable.
- b) Para elaborar el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, es muy importante el conocer el contexto operacional donde esté trabajando un equipo ó máquina. Al identificar la experiencia del operador se pudo determinar que se debe establecer capacitación a los operadores y personal técnico con una periodicidad anual y en forma permanente para asegurar que el equipo sea correctamente operado y mantenido.
- c) Al elaborar el mantenimiento centrado en la confiabilidad se concluye que es una metodología que se puede desarrollar y aplicar a cualquier tipo de instalación donde exista un equipo y/o máquina de cualquier rubro: industrial, minero, biomédico, etc.
- d) Luego de elaborar el mantenimiento centrado en la confiabilidad se debe realizar y supervisar el desarrollo de las actividades de mantenimiento preventivo y predictivo que resultaron de la hoja de información y hoja de decisión del mantenimiento centrado en la confiabilidad.
- e) El conocer la data registrada en el equipo de electroforesis capilar es muy importante para verificar la disponibilidad del equipo y que sirve como un indicador de cómo viene trabajando el equipo.

10. GARCÍA PALENCIA, Óliverio. **Gestión moderna del mantenimiento industrial, principios fundamentales.** Colombia. Editorial Ediciones de la U. Primera Edición. 2013.
11. GONZALES FERNANDEZ, Francisco Javier. **Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión.** España. Editorial Fundación Confemetal. Segunda Edición. 2010.
12. NACHLAS, Joel A. **Fiabilidad.** España. Editorial Isdefe. Primera edición. 1995.
13. MIRANDA ORTIZ, Lucas Héctor. **Mejoramiento de la gestión de mantenimiento de los equipos médicos en el Hospital San José del Callao.** Tesis de Maestría. Perú. Universidad Nacional del Callao. 2013.
14. MOLINA OCHOA, Luis Fernando. **Aproximación conceptual aplicada de programa informático RCM.** Tesis de Maestría. Colombia. Universidad EAFIT. 2017.
15. MORA GUTIERREZ, Luis Alberto. **MANTENIMIENTO Planeación, ejecución y control.** México. Editorial Alfaomega Grupo Editor S.A. Primera Edición. 2012.
16. MOUBRAY, John. **Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM II).** USA. Editorial Aladon LLC. Segunda edición. 2004.
17. PALOMARES QUINTANILLA, Elvis David. **Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) al sistema de izaje mineral, de la compañía minera Millpo, unidad El Porvenir.** Tesis de Maestría. Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 2015.
18. PANIAGUA LOIZA, Diana Marcela. **Programación óptima de mantenimiento para la reducción de restricciones en generación y aumento de confiabilidad en sistemas de potencia.** Tesis de Maestría. Colombia. Universidad de Antioquia. 2015.

19. PASCUAL, Rodrigo. **El Arte de Mantener**. Chile. Editorial U.de Chile. Primera edición. 2008.
20. POVEDA GUEVARA, Alejandro José. **Aplicación de la Metodología RCM para el desarrollo del plan de mantenimiento del sistema de llenado automático de botellas de GLP**. Tesis de grado. Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 2012.
21. ROJAS BARAHONA, Randall. **Plan para la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para plantas de concreto en proyectos del ICE**. Tesis de Maestría. Costa Rica. Universidad para la Cooperación Internacional. 2010.
22. SEBIA. **Capillarys HbA1c Referencia 2015**. Manual de técnica HbA1c. Francia. 2013.
23. SEBIA. **Manual de instrucciones Capillarys 2 Flex-piercing Referencia 1227**. Francia. 2011.
24. SEBIA. **Capillarys 2 Technical Manual**. Francia. 2008.
25. SEBIA. **Phoresis Instruction Manual Referencia 1110**. Francia. 2013.
26. SMITH, Ricky and R. KEITH MOBLEY. **Rules of thumb for maintenance and reliability engineers**. Estados Unidos. Editorial Butterworth Heinemann. Primera edición. 2007.
27. TAVARES LOURIVAL, Augusto. **Administración Moderna del Mantenimiento**. Brasil. Editorial Novo Polo Publicações. 2000.
28. TORRES, Leandro Daniel. **Mantenimiento su implementación y gestión**. Argentina. Editorial Universitas. Segunda edición. 2005
29. VALOR Josep y RIBERA Jaume. **Gestión en la empresa hospitalaria**. Trabajo de investigación. España. Universidad de Navarra. 1990
30. VERGARA OSORIO, John Fredy. **Programa de mantenimiento basado en la metodología RCM para el motor eléctrico del sistema de bombeo MP-3301 en la refinería de Ecopetrol en**

- Barrancabermeja utilizando software iRCMS. Tesis de Maestría. Colombia. Universidad EAFIT. 2016.**
31. **VILLACREZ ESPINOZA, Richard Giancarlo. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Cineplanet SA. Tesis de Maestría. Perú. Universidad Nacional del Callao. 2016.**
32. **VIVEROS GUNCKEL, Pablo Andrés. Propuesta de herramientas gráficas para el diagnóstico, análisis y control de gestión en mantenimiento y producción, incorporando indicadores fundamentales de fiabilidad y rendimiento. Tesis de Doctorado. España. Universidad de Sevilla. 2017.**

X. ANEXOS

- 10.1 Matriz de consistencia completa
- 10.2 Ficha para la validación del cuestionario-encuesta
- 10.3 Formato de cuestionario-encuesta
- 10.4 Ficha para la validación de la evaluación-auditoría técnica
- 10.5 Formato de evaluación-auditoría técnica
- 10.6 Análisis de cuestionario-encuesta
- 10.7 Validación del instrumento cuestionario-encuesta
- 10.8 Análisis de evaluación-auditoría técnica
- 10.9 Validación del instrumento evaluación-auditoría técnica
- 10.10 Circuito hidráulico del equipo de electroforesis capilar
- 10.11 Circuito electrónico del equipo de electroforesis capilar
- 10.12 Hojas de información RCM del equipo de electroforesis capilar
- 10.13 Hojas de decisión RCM del equipo de electroforesis capilar
- 10.14 Procedimiento de mantenimiento predictivo
- 10.15 Procedimiento de mantenimiento preventivo
- 10.16 Programa de capacitación
- 10.17 Repuestos recomendados-stock mínimo para equipo de electroforesis capilar.
- 10.18 Lista de repuestos de equipo de electroforesis capilar
- 10.19 Fichas de validación firmadas por expertos del cuestionario-encuesta
- 10.20 Fichas de validación firmadas por expertos de la evaluación-auditoría técnica.

10.1 MATRIZ DE CONSISTENCIA COMPLETA

TÍTULO: Modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima.
 AUTOR: Derly Andrés Mestas Chavez

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEP.	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cómo realizar el modelo de un plan de mantenimiento que está centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima?	Elaborar el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima.	El modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar deben tener presente el contexto operacional, análisis de modos de fallas y efectos y la data registrada con lo cual se tendrá las estrategias de mantenimiento y plan de mantenimiento.	Y=Modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar.	Desarrollo de estrategias de mantenimiento y plan de mantenimiento.	Descripción	Relacionando X1, X2 y X3 identificados, con la teoría del mantenimiento centrado en la confiabilidad.
PROB. ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIP. ESPECÍFICAS	VARIABLES IND.	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cuál es el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar?	Identificar el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar.	Conociendo la experiencia del operador, calidad energía eléctrica y condiciones ambientales se identificara el contexto operacional.	X1=Contexto operacional del equipo de electroforesis capilar.	Experiencia de operador. Calidad energía eléctrica. Condiciones ambientales.	Cumple o no cumple	Auditoria técnica con lista de chequeo. Encuestas a personal.
¿Cómo establecer el mantenimiento centrado en la confiabilidad?	Elaborar el mantenimiento centrado en la confiabilidad.	Con la elaboración de la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad se determinara las actividades preventivas, predictivas y correctivas.	X2=Mantenimiento centrado en la confiabilidad.	Mantenimiento preventivo. Mantenimiento predictivo. Mantenimiento correctivo.	Actividades	Análisis de modos de fallas y efectos.
¿Cuál es la data registrada en el equipo de electroforesis capilar?	Conocer la data registrada en el equipo de electroforesis capilar.	La data registrada considera tener la disponibilidad y la efectividad global del equipo de electroforesis capilar.	X3=Data registrada del equipo de electroforesis capilar.	Disponibilidad. Efectividad global del equipo(OEE).	%	Analizando la data registrada en el equipo de electroforesis capilar.

RELACIÓN DE VARIABLES: $Y = f(X1, X2, X3)$

Y=Modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar.

X1=Contexto operacional del equipo de electroforesis capilar.

X2=Mantenimiento centrado en la confiabilidad.

X3=Data registrada en el equipo de electroforesis capilar.

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada

ALCANCE: Descriptivo-Explicativa (causal)

DISEÑO: No experimental, de corte transversal (transeccional)

ENFOQUE: Cuantitativo

10.3 FORMATO DE CUESTIONARIO – ENCUESTA

CUESTIONARIO – ENCUESTA

Variable: Contexto operacional del equipo de electroforesis capilar.

OBJETIVO: Identificar la experiencia del operador del equipo de electroforesis capilar

La encuesta es anónima, le quedaremos muy agradecidos por su sinceridad al responderla. Esta información permitirá contribuir en mejorar el mantenimiento del equipo.

INSTRUCCIONES: A continuación, encontrará cuestionamientos. Según su criterio, marque "X" en su mejor respuesta.

		No 1	Pocas veces 2	A veces 3	Frecuente mente 4	Siempre 5
1	¿Se considera Ud. competente con sus actividades en el trabajo?					
2	¿Considera que existen conductas positivas en su centro laboral?					
3	¿Se considera Ud., con el nivel de conocimientos para identificar y entender los errores que se presenten en el equipo?					
4	¿Las actividades que desarrolla le causa motivación?					
5	¿Cuándo se presenta un error en el equipo que no le deja procesar sus muestras, lo primero que realiza es llamar al personal de postventa de la empresa para que asista inmediatamente?					
6	¿Cuándo se presenta un error en el equipo que no le deja procesar sus muestras, trata de solucionarlo Ud. solo o con el apoyo vía telefónica de la empresa?					
7	¿El equipo se encuentra disponible al momento de necesitarlo?					
8	¿Considera Ud. que el equipo es útil?					
9	¿Con que frecuencia ocurren las fallas en el equipo?					
10	¿Cuándo se presenta una falla en el equipo, considera que el tiempo que se demoran en la solución es rápida?					

		No 1	Si 3
11	¿Considera Ud. que los programas de capacitación recibidos son apropiados para la buena operación del equipo de electroforesis capilar?		
12	¿Existe otro personal aparte de Ud. que conoce del manejo del equipo?		
13	¿Tiene disponibilidad del manual de usuario del equipo, el Hospital le proporciona este manual?		
14	¿El Laboratorio cuenta con un Ingeniero o técnico del área de Mantenimiento o Biomédicos del Hospital que pueda revisar el equipo?		
15	¿Considera que el tiempo de uso del equipo es normal?		
16	¿Según su opinión la facilidad del uso u operación del equipo es muy sencilla?		
17	¿Conoce el significado de mantenimiento centrado en la confiabilidad(RCM)?		
18	¿Conoce el significado del "análisis de los modos y efectos de fallos" en mantenimiento?		

10.4 FICHA PARA LA VALIDACIÓN DE LA EVALUACIÓN-AUDITORÍA TÉCNICA

FICHA PARA LA VALIDACIÓN DE LA EVALUACIÓN- AUDITORIA TÉCNICA

I.- DATOS DEL ESPECIALISTA QUE REALIZA LA VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos: _____

Máximo grado académico alcanzado: _____

Especialidad: _____

Institución donde labora: _____

II.- DATOS DEL PLAN DE TESIS

Título: Modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima.

Problema: ¿Cuál es el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima?

Sub problemas:

- a) ¿Cuál es el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar?
- b) ¿Cómo establecer el mantenimiento centrado en la confiabilidad?
- c) ¿Cuál es la data registrada en el equipo de electroforesis capilar?

III.- DATOS DE LA EVALUACIÓN-AUDITORIA TÉCNICA

El objetivo del cuestionario de encuesta: Identificar el contexto operacional y condiciones ambientales

Problemas que se relacionan con el cuestionario de encuesta: Sub problema (a).

- a) ¿Cual es el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar?

IV. CUADRO DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO

Marcar con un check (✓) donde considera que corresponda

Exigencias para la validación del cuestionario	CUMPLE	NO CUMPLE
1 El objetivo del cuestionario, tiene relación con uno o más problemas del proyecto de investigación.		
2 El objetivo del cuestionario es claro y entendible.		
3 Las instrucciones que se dan en el cuestionario son claras.		
4 Las preguntas del cuestionario guardan relación con su objetivo		
5 Las preguntas tiene secuencia lógica		
6 Los encuestados tienen capacidad para dar respuestas validas		
7 No se tienen preguntas desconocidas		
8 El cuestionario es confiable para los propósitos de la investigación.		

FIRMA DEL VALIDADOR

10.5 FORMATO DE EVALUACIÓN-AUDITORÍA TÉCNICA

EVALUACIÓN-AUDITORIA TÉCNICA		
Variable: Contexto operacional del equipo de electroforesis capilar.		
OBJETIVO: Identificar el contexto operacional y condiciones ambientales		
Esta evaluación técnica permitirá contribuir en mejorar el mantenimiento del equipo		
Ubicación:	Piso:	Fecha:
Evaluador:		Ing. Derty Andrés Mestas Chávez
1 Condiciones ambientales		
	Si	No
Temperatura (Entre 15 a 30°C)		
Humedad relativa (Entre 5 a 85%)		
Equipo no esta expuesto a luz solar directa		
Equipo no esta expuesto a una fuente de calor directa (otro aparato)		
Equipo se encuentra en un lugar libre del polvo		
	Calificación:	
Cumple con todas las condiciones	4	
Cumple con la mitad de las condiciones	3	
Cumple con menos de la mitad de las condiciones	2	
No cumple con ninguna de las condiciones	0	
Calificación:		
2 Calidad de energía eléctrica		
	Si	No
Toma eléctrica cuenta con línea a pozo a tierra		
El pozo a tierra esta en buen estado con resistencia menor a 5 Ohm		
El nivel de voltaje esta en 220VAC +/-5%		
Existe una buena calidad de la energía eléctrica		
Equipo cuenta con su UPS de 1.5KVA		
Equipo cuenta con un transformador de aislamiento de 1.5KVA		
	Calificación:	
Cumple con todas las condiciones	4	
Cumple con la mitad de las condiciones	3	
Cumple con menos de la mitad de las condiciones	2	
No cumple con ninguna de las condiciones	0	
Calificación:		
3 Soporte técnico de Hospital		
Personal en la institución	Calificación:	
La institución cuenta con un técnico y un ingeniero	4	
La institución cuenta con un técnico o un ingeniero	3	
La institución no cuenta con personal especializado	0	
Calificación:		
Mantenimiento contratado	Calificación:	
La institución realiza mantenimiento externo	4	
La institución no realiza mantenimiento externo	0	
Calificación:		
Total de calificación:		
4 Tiempo de uso		
	Calificación:	
El tiempo de uso del equipo en el Laboratorio es:	Bajo (de 0 a 6 hrs al día)	4
	Medio (de 7 a 12 hrs al día)	3
	Normal (de 13 a 18 hrs al día)	2
	Muy alto (de 19 a 24 hrs al día)	0
Calificación:		

10.6 ANÁLISIS DE CUESTIONARIO-ENCUESTA

Pregunta 1

¿Se considera Ud. competente con sus actividades en el trabajo?

Resultados cuestionario-encuesta pregunta 1		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Pocas veces	0	0,00
A veces	5	35,71
Frecuentemente	3	21,43
Siempre	6	42,86
Total	14	100,00

Propósito: Ver la competencia de los operadores

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 42%, se inclinan por un siempre.

Pregunta 2

¿Considera que existen conductas positivas en su centro laboral?

Resultados cuestionario-encuesta pregunta 2		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Pocas veces	1	7,14
A veces	3	21,43
Frecuentemente	9	64,29
Siempre	1	7,14
Total	14	100,00

Propósito: Ver el entorno laboral del operador.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 64%, se inclinan por un frecuentemente.

Pregunta 3

¿Se considera Ud., con el nivel de conocimientos para identificar y entender los errores que se presenten en el equipo?

Cuadro 10.3
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 3

RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Pocas veces	0	0,00
A veces	3	21,43
Frecuentemente	7	50,00
Siempre	4	28,57
Total	14	100,00

Propósito: Determinar el conocimiento de los errores que pueden presentarse en el manejo del equipo.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 50%, se inclinan por un frecuentemente teniéndose que realizar una capacitación de reforzamiento para mejorar el conocimiento del equipo por parte del operador.

Pregunta 4

¿Las actividades que desarrolla le causan motivación?

Cuadro 10.4
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 4

RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Pocas veces	0	0,00
A veces	5	35,71
Frecuentemente	3	21,43
Siempre	6	42,86
Total	14	100,00

Propósito: Ver que tan motivado se encuentran los operadores.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 42%, se inclinan por un siempre.

Pregunta 5

¿Cuándo se presenta un error en el equipo que no le deja procesar sus muestras, lo primero que realiza es llamar al personal de postventa de la empresa para que asista inmediatamente?

Cuadro 10.5		
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 5		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Pocas veces	2	14,29
A veces	4	28,57
Frecuentemente	8	57,14
Siempre	0	0,00
Total	14	100,00

Propósito: Conocer el comportamiento del operador cuando se presente una falla en el equipo.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 57%, se inclinan por un frecuentemente teniéndose que realizar más capacitaciones de reforzamiento.

Pregunta 6

¿Cuándo se presenta un error en el equipo que no le deja procesar sus muestras, trata de solucionarlo Ud. solo o con el apoyo vía telefónica de la empresa?

Cuadro 10.6		
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 6		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Pocas veces	1	7,14
A veces	3	21,43
Frecuentemente	6	42,86
Siempre	4	28,57
Total	14	100,00

Propósito: Ver la iniciativa del operador por resolver una falla el mismo.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 42%, se inclinan por un frecuentemente.

Pregunta 7

¿El equipo se encuentra disponible al momento de necesitarlo?

Cuadro 10.7		
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 7		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Pocas veces	3	21,43
A veces	7	50,00
Frecuentemente	4	28,57
Siempre	0	0,00
Total	14	100,00

Propósito: Ver la disponibilidad del equipo cuando se lo necesite.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 50%, se inclinan por un a veces, por lo que indica que el equipo tiene fallas y su disponibilidad es muy baja.

Pregunta 8

¿Considera Ud. que el equipo es útil?

Cuadro 10.8		
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 8		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Pocas veces	0	0,00
A veces	2	14,29
Frecuentemente	8	57,14
Siempre	4	28,57
Total	14	100,00

Propósito: Determinar la importancia del equipo.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 57%, se inclinan por frecuentemente.

Pregunta 9

¿Con que frecuencia ocurren las fallas en el equipo?

Cuadro 10.9		
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 9		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Pocas veces	0	0,00
A veces	3	21,43
Frecuentemente	9	64,29
Siempre	2	14,29
Total	14	100,00

Propósito: Ver la disponibilidad del equipo y su frecuencia de fallas.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 64%, se inclinan por un frecuentemente, por lo que indica que el equipo tiene fallas y su disponibilidad es muy baja.

Pregunta 10

¿Cuándo se presenta una falla en el equipo, considera que el tiempo que se demoran en la solución es rápido?

RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Pocas veces	6	42,86
A veces	6	42,86
Frecuentemente	2	14,29
Siempre	0	0,00
Total	14	100,00

Propósito: Para determinar qué tan rápido se soluciona un problema.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 42%, se inclinan por unas pocas veces y a veces, por lo que indica que existe una mala mantenibilidad.

Pregunta 11

¿Considera Ud. que los programas de capacitación recibidos son apropiados para la buena operación del equipo de electroforesis capilar?

RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	3	21,43
Si	11	78,57
Total	14	100,00

Propósito: Conocer se la capacitación realizada sobre el uso, cuidado y mantenimiento básico al operador fue la adecuada.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 78%, se inclinan por un Si, teniéndose una buena capacitación, pero debería programarse capacitación para mejorar este tema.

Pregunta 12

¿Existe otro personal aparte de Ud. que conoce del manejo del equipo?

Cuadro 10.12

Resultados cuestionario-encuesta pregunta 12		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	2	14,29
Si	12	85,71
Total	14	100,00

Propósito: Conocer que existan más de una operador que puede manejar el equipo.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 85%, se inclinan por un Si, se tiene que realizar más capacitación a más operadores para estar muy cerca al 100%.

Pregunta 13

¿Tiene disponibilidad del manual de usuario del equipo, el Hospital le proporciona este manual?

Cuadro 10.13

Resultados cuestionario-encuesta pregunta 13		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	1	7,14
Si	13	92,86
Total	14	100,00

Propósito: Ver si el manual de usuario está a disposición del operador.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 92%, se inclinan por un Sí.

Pregunta 14

¿El Laboratorio cuenta con un Ingeniero o técnico del área de Mantenimiento o Biomédicos del Hospital que pueda revisar el equipo?

Cuadro 10.14		
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 14		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	2	14,29
Si	12	85,71
Total	14	100,00

Propósito: Ver si existe personal técnico de apoyo al operador en el laboratorio,

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 85%, se inclinan por un Sí.

Pregunta 15

¿Considera que el tiempo de uso del equipo es normal?

Cuadro 10.15		
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 15		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Si	14	100,00
Total	14	100,00

Propósito: Ver sobre la carga de trabajo del equipo.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 100%, se inclinan por un Sí.

Pregunta 16

¿Según su opinión la facilidad del uso u operación del equipo es muy sencilla?

Cuadro 10.16		
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 16		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	0	0,00
Si	14	100,00
Total	14	100,00

Propósito: Ver si la operación del equipo es de fácil uso y sencillo.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 100%, se inclinan por un Sí.

Pregunta 17

¿Conoce el significado de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)?

Cuadro 10.17		
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 17		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	13	92,86
Si	1	7,14
Total	14	100,00

Propósito: Determinar el conocimiento de las nuevas tendencias de mantenimiento por el operador

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 92%, se inclinan por un No, por lo que indica que el operador desconoce el mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Pregunta 18

¿Conoce el significado del “análisis de los modos y efectos de fallos” en mantenimiento?

Cuadro 10.18
Resultados cuestionario-encuesta pregunta 18

RESPUESTA	FRECUENCIA	%
No	14	100,00
Si	0	0,00
Total	14	100,00

Propósito: Determinar el conocimiento del operador sobre las nuevas tendencias de mantenimiento.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 100%, se inclinan por un No.

10.7 VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO CUESTIONARIO-ENCUESTA

Actores/Encuestado	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	SUMA DE P
1	5	3	5	5	4	5	2	5	4	2	3	1	3	3	3	3	3	1	60
2	5	5	4	5	3	4	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	1	1	58
3	5	4	4	5	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	60
4	4	4	5	3	3	5	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	59
5	3	2	4	4	4	4	2	4	5	2	3	3	3	3	3	3	1	1	54
6	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	54
7	5	3	5	5	3	5	3	5	4	4	3	3	3	3	3	3	1	1	62
8	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	1	1	62
9	5	4	4	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	61
10	3	4	5	3	4	5	4	5	5	2	1	3	3	3	3	3	1	1	58
11	4	4	4	4	3	4	2	3	3	2	1	1	3	1	3	3	1	1	47
12	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	1	1	3	3	1	1	49
13	4	3	4	4	2	2	3	4	4	2	1	3	3	3	3	3	1	1	50
14	3	4	3	3	2	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	52

Media	4,07	3,71	4,07	4,07	3,43	3,93	3,07	4,14	3,93	2,71	2,57	2,71	2,86	2,71	3,00	3,00	1,14	1,00	56,14
Varianza Vi	0,78	0,49	0,49	0,78	0,53	0,78	0,49	0,41	0,35	0,49	0,67	0,49	0,27	0,49	0,00	0,00	0,27	0,00	23,98
Sumatoria Vi	7,79																		

COEFICIENTE DE CRONBACH **0,72**

$$\alpha = \frac{N}{N-1} \left(1 - \frac{\sum V_i}{V_k} \right)$$

dónde:

N = número de ítems

Vi = varianza del ítem i

Vk = varianza de los puntajes brutos de los sujetos

ESCALA

0,53 a menos	Nula confiabilidad
0,54 a 0,59	Baja confiabilidad
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy confiable
0,72 a 0,99	Excelente confiabilidad
1	Perfecta confiabilidad

10.8 ANÁLISIS DE EVALUACIÓN-AUDITORÍA TÉCNICA

Pregunta 1

1 Condiciones ambientales		Si	No
Temperatura (Entre 15 a 30°C)			
Humedad relativa (Entre 5 a 85%)			
Equipo no esta expuesto a luz solar directa			
Equipo no esta expuesto a una fuente de calor directa (otro aparato)			
Equipo se encuentra en un lugar libre del polvo			

Cuadro 10.19		
Resultados evaluación-auditoría técnica pregunta 1		
Pregunta 1.1		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	7	100,00
NO	0	0,00
Total	7	100,00
Pregunta 1.2		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	5	71,43
NO	2	28,57
Total	7	100,00
Pregunta 1.3		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	6	85,71
NO	1	14,29
Total	7	100,00
Pregunta 1.4		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	7	100,00
NO	0	0,00
Total	7	100,00
Pregunta 1.5		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	5	71,43
NO	2	28,57
Total	7	100,00

Propósito: Conocer las condiciones ambientales.

Resultado: Podemos notar que en la evaluación-auditoría técnica en los 7 Hospitales se ve que no cumplen todas las condiciones, motivo por el cual

se tuvo que acondicionar los ambientes para tener el mejor entorno operacional en la parte de condiciones ambientales.

Pregunta 2

2 Calidad de energía eléctrica		Si	No
Toma eléctrica cuenta con línea a pozo a tierra			
El pozo a tierra esta en buen estado con resistencia menor a 5 Ohm			
El nivel de voltaje esta en 220VAC +/-5%			
Existe una buena calidad de la energía eléctrica			
Equipo cuenta con su UPS de 1.5KVA			
Equipo cuenta con un transformador de aislamiento de 1.5KVA			

Cuadro 10.20		
Resultados evaluación-auditoría técnica pregunta 2		
Pregunta 2.1		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	5	71,43
NO	2	28,57
Total	7	100,00
Pregunta 2.2		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	4	57,14
NO	3	42,86
Total	7	100,00
Pregunta 2.3		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	6	85,71
NO	1	14,29
Total	7	100,00
Pregunta 2.4		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	5	71,43
NO	2	28,57
Total	7	100,00
Pregunta 2.5		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	7	100,00
NO	0	0,00
Total	7	100,00
Pregunta 2.6		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	2	28,57
NO	5	71,43
Total	7	100,00

Propósito: Conocer la calidad de energía eléctrica.

Resultado: Podemos notar que en la evaluación-auditoría técnica en los 7 Hospitales se ve que no cumplen todas las condiciones, motivo por el cual se tuvo que instalar protecciones de tal forma se mejore la parte eléctrica.

Pregunta 3

3 Soporte técnico de Hospital		
Personal en la institución		Calificación
La institución cuenta con un técnico y un ingeniero		4
La institución cuenta con un técnico o un ingeniero		3
La institución no cuenta con personal especializado		0
Calificación:		
Mantenimiento contratado		Calificación
La institución realiza mantenimiento externo		4
La institución no realiza mantenimiento externo		0
Calificación:		

Cuadro 10.21		
Resultados evaluación-auditoría técnica pregunta 3		
Pregunta 3.1		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	4	57,14
NO	3	42,86
Total	7	100,00
Pregunta 3.2		
RESPUESTA	FRECUENCIA	%
SI	5	71,43
NO	2	28,57
Total	7	100,00

Propósito: Conocer el soporte técnico especializado en la misma entidad.

Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 57% y 75%, se inclinan por un SI, teniéndose apoyo técnico en la mayoría de los Hospitales y que tercerizan el mantenimiento; se debería programar capacitaciones para el personal técnico.

Pregunta 4

4 Tiempo de uso		Calificación
El tiempo de uso del equipo en el Laboratorio es:	Bajo(de 0 a 6 hrs al día)	4
	Medio(de 7 a 12 hrs al día)	3
	Normal(de 13 a 18hrs al día)	2
	Muy alto(de 19 a 24 hrs al día)	0

Cuadro 10.22

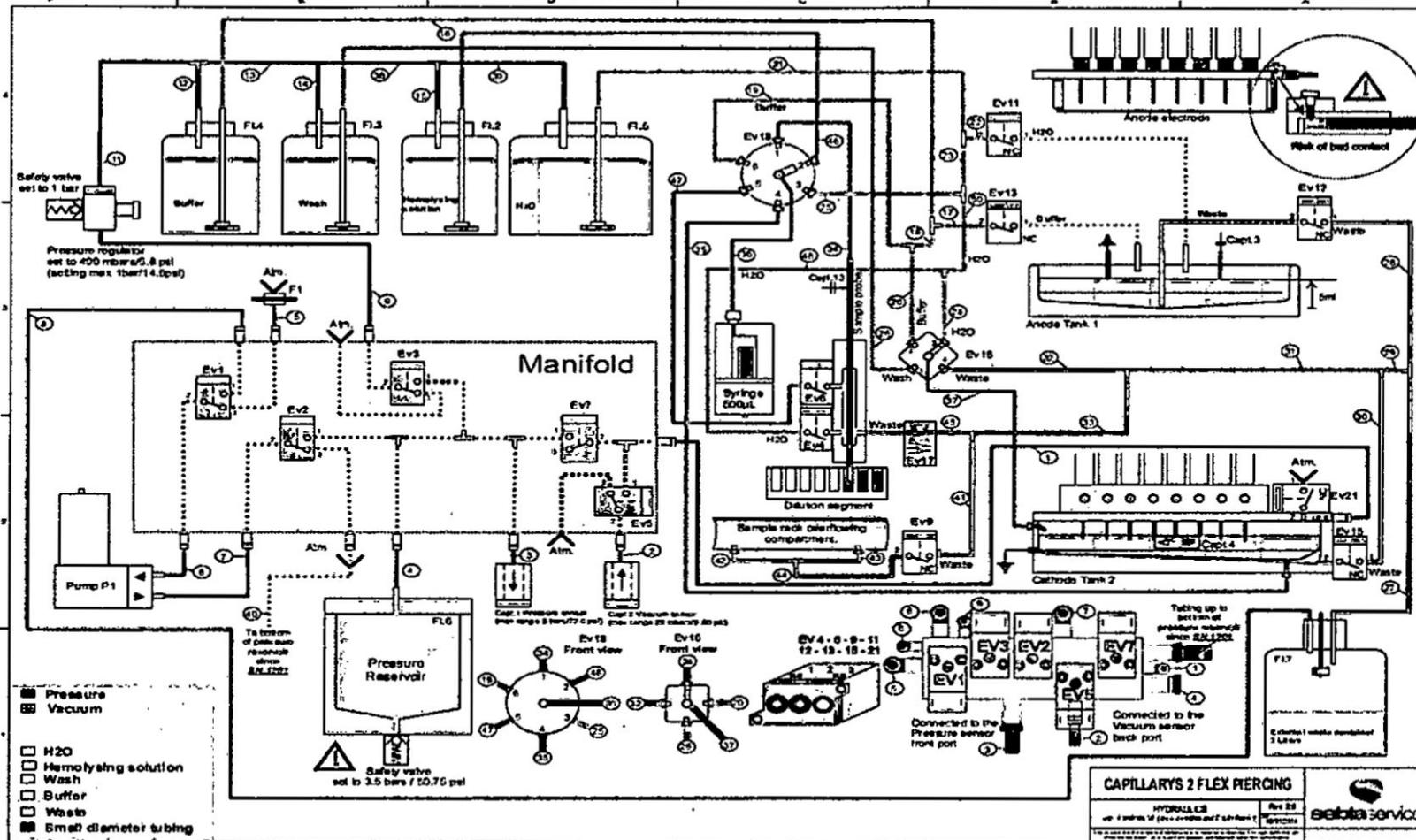
Resultados evaluación-auditoría técnica pregunta 4

RESPUESTA	FRECUENCIA	%
Bajo	0	0,00
Medio	4	57,14
Normal	3	42,86
Muy Alto	0	0,00
Total	7	100,00

Propósito: Para determinar el tiempo uso y operación del equipo.

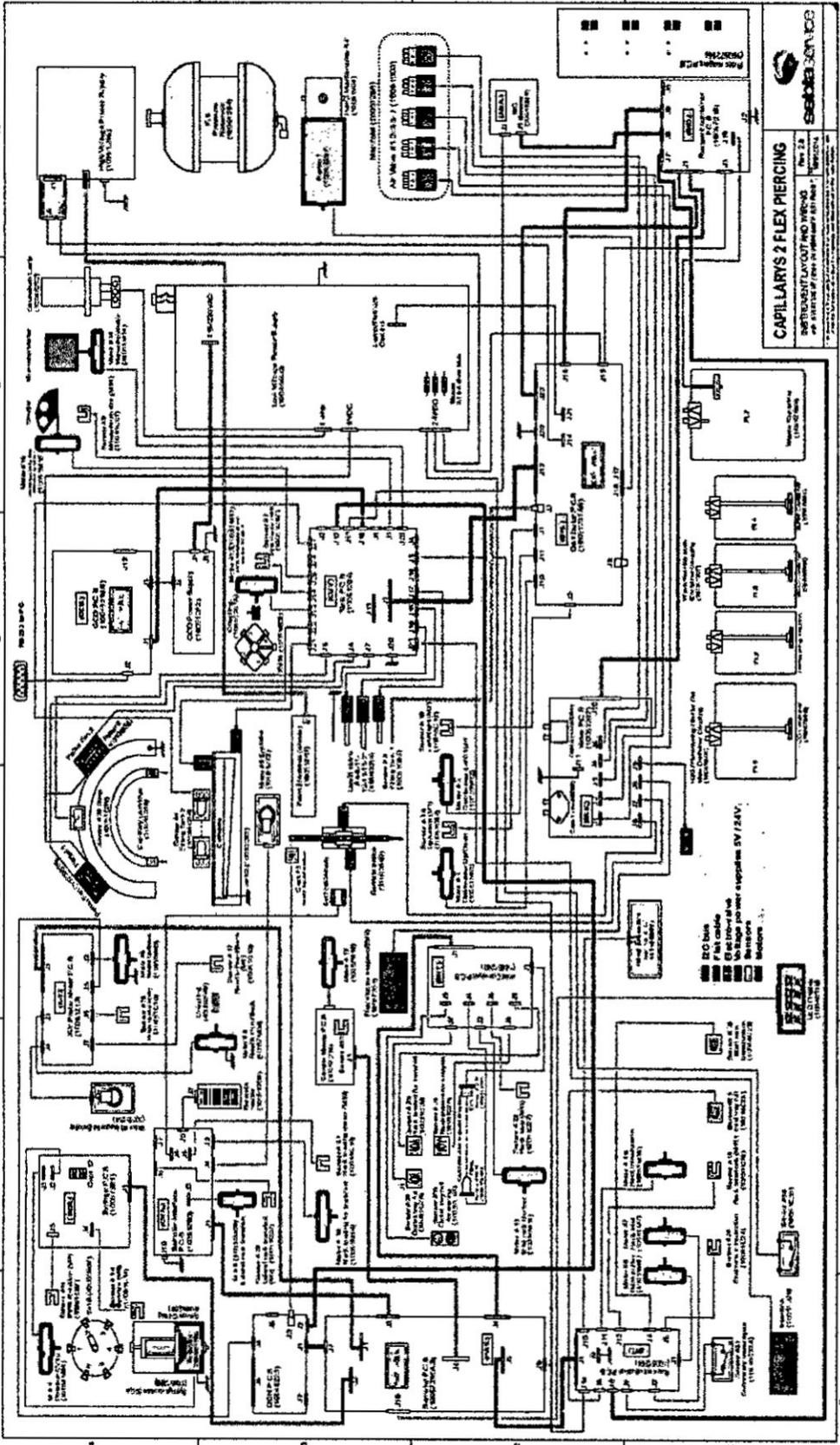
Resultado: Podemos notar que de los operadores encuestados han dividido sus respuestas y la opinión mayoritaria, en un 57%, se inclinan por un uso de equipo medio (de 7 a 12hrs), lo que permite tener los equipos en un entorno no tan severo.

10.10 CIRCUITO HIDRÁULICO DEL EQUIPO DE ELECTROFORESIS CAPILAR



Fuente: Sebia

10.11 CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL EQUIPO DE ELECTROFESIS CAPILAR



Fuente: Sebia

10.12 HOJAS DE INFORMACIÓN RCM DE EQUIPO DE ELECTROFORESIS CAPILAR

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA N°			1
	Hidráulico			Derty Miestas Chávez	30/01/2018	DE
	Bomba de presión/vacío		1			15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)			
1 Generar presión de 3bar/43.5psi en parte del sistema hidráulico	A No genera presión	1 No le llega tensión eléctrica	El ciclo de inicialización del equipo no comienza, ya que no arranca la bomba de presión.			
		2 Se daño la fuente de alimentación	El ciclo de inicialización del equipo no comienza, ya que no arranca la bomba de presión.			
		3 La protección eléctrica(fusible) se daño por sobrecorriente	El ciclo de inicialización del equipo no comienza, ya que no arranca la bomba de presión.			
		4 Sensor de presión dañado	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión detecta que no llega a la presión necesaria ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
		5 Problema de motor eléctrico	El ciclo de inicialización del equipo, no comienza ya que no arranca la bomba de presión.			
		6 Daño en electroválvulas de control de presión/vacío.	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión detecta que no llega a la presión regulada ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
	B La presión generada no alcanza 3 bar	1 Fuga en el circuito hidráulico	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión detecta que no llega a la presión necesaria ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
		2 Mangueras de transporte de fluidos con fisura por deterioro natural	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión detecta que no llega a la presión necesaria ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
		3 Filtro de aire obstruido	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión detecta que no llega a la presión necesaria ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
		4 Mal cerrado de envases de insumos.	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión detecta que no llega a la presión necesaria ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
		5 Desgaste natural de anillos de pistón de bomba.	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión detecta que no llega a la presión necesaria ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
		6 Sensor de presión dañado	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión no da la información correcta de presión, ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA Nº	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA Nº
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA Nº			1
	Hidráulico			Dery Mestas Chávez	30/01/2018	DE
	Bomba de presión/vacío		1			15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)			
2 Generar presión de vacío de 400 mbar/5.8 psi en línea de desechos del sistema hidráulico	A No genera presión de vacío	1 No le llega tensión eléctrica	El ciclo de inicialización del equipo no comienza, ya que no arranca la bomba de presión.			
		2 Se daño la fuente de alimentación	El ciclo de inicialización del equipo no comienza, ya que no arranca la bomba de presión.			
		3 La protección eléctrica(fusible) se daño por sobrecorriente	El ciclo de inicialización del equipo no comienza, ya que no arranca la bomba de presión.			
		4 Sensor de presión dañado	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión de detecta que el vacío no llega a la presión necesaria ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
		5 Problema de motor eléctrico	El ciclo de inicialización del equipo, no comienza ya que no arranca la bomba de presión.			
		6 Daño en electroválvulas de control de presión/vacío.	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión de vacío detecta que no llega a la presión regulada ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
	B La presión de vacío generada no alcanza los 400mbar	1 Fuga en parte del circuito hidráulico	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión detecta que no llega a la presión necesaria ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
		2 Filtro de aire obstruido	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión detecta que no llega a la presión necesaria ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
		3 Mal cerrado de envases de desechos.	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión detecta que no llega a la presión necesaria ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
		4 Desgaste natural de anillos de pistón de bomba.	El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión detecta que no llega a la presión necesaria ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.			
5 Sensor de presión de vacío dañado		El ciclo de inicialización empieza, pero luego de un tiempo el sensor de presión no da la información correcta de presión, ocasionando que no continúe la inicialización y muestra la alarma en la pantalla.				

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA N°			1
	Hidráulico			Derly Mestas Chávez	30/01/2018	1
	Bomba de presión/vació		1			DE
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)			
3	Desalojar el líquido de tanque catódico, tanque anódico y aguja hacia el tanque de desechos.	A No traslada el líquido de tanques y aguja hacia el tanque de desechos.	1	Fuga en el circuito hidráulico	Al momento de pedido de vaciado y traslado hacia el tanque de desechos, no se realiza, arrojando error de vaciado y deteniendo el ciclo	
			2	No mantiene la presión de vacío	Durante el ciclo de trabajo, existe pérdida de vacío, lo que origina error en el vaciado.	
			3	Falla en los empaques de tanque	Cuando el equipo realiza vacío no logra llegar a la presión establecida por presentar fugas en el tanque.	
			4	Obstrucción de línea de desechos	No se logra realizar vaciado hacia la línea de desechos lo que origina que no se realice un ciclo de trabajo originando un error que paraliza el	
			5	Tanque de desechos lleno.	Marca alarma informativa para la eliminación de los líquidos del tanque de desechos.	
	B	No hay adecuado censado de nivel	1	Falla de sensores de nivel.	No se realiza un correcto llenado y vaciado de los tanques catódico y anódico lo que origina que se presente una alarma que paraliza el trabajo del equipo.	
			2	Falla en tarjeta electrónica	Lo detectado por el sensor de nivel no puede ser interpretado por la tarjeta electrónica, lo que origina que se presente una alarma que paraliza el trabajo del equipo.	
			3	Suciedad de sensores de nivel	La presencia de suciedad de los sensores de nivel origina el incorrecto llenado y vaciado de los tanques catódicos y anódicos interrumpiendo el trabajo del equipo.	

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA/ACTIVO	SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
		Hidráulico				2
		SUB-SISTEMA/COMPONENTE	SUB-SISTEMA N°	Derty Mestas Chávez	30/01/2018	DE
		Manifold de válvulas	2			15
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)		
1	Dirigir y distribuir el líquido en el sistema hidráulico	A No llena o llega líquido en jeringa o tanques	1 La válvula abre cuando debiera estar cerrada	No hay flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla.		
			2 La válvula abre parcial cuando debiera está cerrada	No hay flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla.		
			3 Fuga interna	No hay flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla, ocasionando fuga de líquido en el equipo.		
			4 Falla la bobina	No hay accionamiento de la válvula teniendo como consecuencia que no exista flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla.		
			5 Sellos internos averiados	No hay accionamiento de la válvula teniendo como consecuencia que no exista flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla.		
2	Regular o frenar el paso de líquido	A No regula o frena el paso de líquido	1 La válvula falla al abrir	No hay flujo de agua hacia el sistema hidráulico, generando falla en el ciclo de trabajo.		
			2 La válvula falla al cerrar	Imposibilidad de aislar el paso de líquido hacia el sistema hidráulico, generando falla en el ciclo de trabajo.		
			3 Fuga interna	No hay flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla, ocasionando fuga de líquido en el equipo.		
			4 Falla la bobina	La válvula falla al abrir, generando que no exista líquido en alguna parte del sistema hidráulico e interrumpe el ciclo de trabajo.		
			5 Sellos internos averiados	La válvula falla al abrir, generando que no exista líquido en alguna parte del sistema hidráulico e interrumpe el ciclo de trabajo.		

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA N°			DE
	Hidráulico			Derty Mestas Chávez	30/01/2018	3
	Válvulas de 4/6 vías		3			15
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)		
1	Dirigir y distribuir el líquido en el sistema hidráulico	A No llena o llega líquido en jeringa o tanques	1 La válvula abre cuando debiera estar cerrada	No hay flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla.		
			2 La válvula abre parcial cuando debiera está cerrada	No hay flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla.		
			3 Fuga interna	No hay flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla, ocasionando fuga de líquido en el equipo.		
			4 Falla el motor de accionamiento	No hay accionamiento de la válvula teniendo como consecuencia que no exista flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla.		
			5 Sellos internos averiados	No hay accionamiento de la válvula teniendo como consecuencia que no exista flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla.		
			6 Falla en el acoplamiento del motor y válvula	No hay accionamiento de la válvula teniendo como consecuencia que no exista flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo el que marca falla.		
2	Trasladar los reactivos hacia el sistema hidráulico	A No llena en forma correcta el líquido apropiado hacia la jeringa o tanques	1 No se ubica en la posición correcta	No ingresa el reactivo esperado, ocasionando fallas en resultado final.		
			2 Fuga interna	No hay flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo, el que marca falla, ocasionando fuga de líquido en el equipo.		
			3 Falla el motor de accionamiento	No hay accionamiento de la válvula teniendo como consecuencia que no exista flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo, marcando falla.		
			4 Sellos internos averiados	No hay accionamiento de la válvula teniendo como consecuencia que no exista flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo, marcando falla.		
			5 Falla en el acoplamiento del motor y válvula	No hay accionamiento de la válvula teniendo como consecuencia que no exista flujo de líquido por el sistema hidráulico, interrumpiendo el trabajo del equipo, marcando falla.		

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA N°			DE
	Hidráulico			Dery Mestas Chávez	30/01/2018	4
	Tanque catódico/anódico		4			15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)		
1 Recibir el reactivo	A	No recibir el reactivo	1 Obstrucción línea ingreso	No comienza el llenado de líquido en el tanque, generando error de llenado que paraliza el ciclo de trabajo.		
			2 Obstrucción línea desechos	No se efectúa el vaciado del tanque para luego realiza el ciclo de llenado, teniendo como efecto la paralización del ciclo de trabajo.		
			3 Falta de reactivo	La falta de reactivo genera que no ingrese líquido al sistema hidráulico, generando un error que paraliza el ciclo de trabajo.		
			4 Obstrucción de filtro de reactivo	Al tener la obstrucción del filtro del reactivo ocasiona que el reactivo no circule por el sistema hidráulico.		
	B	Desborde de reactivo	1 Rotura de tanque	La rotura del tanque ocasiona fuga de líquido originando desboce del reactivo, interrumpiendo el ciclo de trabajo.		
			2 Fuga de líquido	La existencia de la fuga ocasiona que no se llene los tanques, paralizando el ciclo de trabajo.		
			3 Problema en la empaquetadura	Un mal sellado del tanque ocasiona fuga del líquido originando que no se llene el tanque, paralizando el ciclo de trabajo.		
			4 Pernos sueltos en base de capilares del tanque	Un mal sellado del tanque ocasiona fuga del líquido originando que no se llene el tanque, paralizando el ciclo de trabajo.		
2 Cerrar circuito eléctrico para la electroforesis en los capilares	A	No cerrar el circuito eléctrico	1 Falta de llenado de tanque con reactivo	No comienza el ciclo de migración, paralizando el ciclo de trabajo.		
			2 Falta de voltaje en los electrodos	No comienza el ciclo de migración, paralizando el ciclo de trabajo.		
			3 Fuga de líquido	La existencia de la fuga ocasiona que no se llene los tanques, paralizando el ciclo de trabajo.		
			4 Problema en la empaquetadura	Un mal sellado del tanque ocasiona fuga del líquido originando que no se llene el tanque, paralizando el ciclo de trabajo.		
3 Lavado de los capilares	A	Falta de lavado de los capilares	1 Falta de llenado de tanque con reactivo	No comienza el ciclo de migración, paralizando el ciclo de trabajo.		
			2 Fuga de líquido	La existencia de la fuga ocasiona que no se llene los tanques, paralizando el ciclo de trabajo.		
			3 Problema en la empaquetadura	Un mal sellado del tanque ocasiona fuga del líquido originando que no se llene el tanque, paralizando el ciclo de trabajo.		

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA N°			5
	Hidráulico			Dery Mestas Chávez	30/01/2018	5
	Jeringa		5			DE
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)			
1 Aspiración de muestra de tubo de sangre	A Falla en aspiración de muestra de tubo de sangre	1 Fuga en jeringa	Mala aspiración de muestra por presencia de fuga en la jeringa ocasionando un mal resultado final.			
		2 Fuga en circuito hidráulico	La fuga de líquido determina una mala aspiración de la muestra ocasionando un mal resultado final.			
		3 Falla de válvula de 6vías/4 vías	Falla en la selección de la válvula para la aspiración de la muestra.			
2 Lavado de aguja	A Mal lavado de la aguja	1 Fuga en jeringa	Mala aspiración de muestra por presencia de fuga en la jeringa ocasionando un mal resultado final.			
		2 Fuga en circuito hidráulico	La fuga de líquido determina una mala aspiración de la muestra ocasionando un mal resultado final.			
		3 Falla de válvula de 6vías/4 vías	Falla en la selección de la válvula para la aspiración de la muestra.			
		4 Falta de reactivo	La falta de reactivo ocasiona un mal lavado de la aguja consiguiendo arrastre en los resultados de las muestras.			

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA N°			6
	Hidráulico			Dery Mestas Chávez	30/01/2018	6
	Aguja		6			DE
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)			
1 Aspiración de muestra de tubo de sangre	A Obstrucción de aguja	1 Presencia de coágulo en la aguja	No se realiza la aspiración de la muestra por encontrarse obstruida la aguja.			
		2 Mal lavado de la aguja	Puede llegar a obstruirse la aguja realizando un mal muestreo y los resultados salen erróneos.			
	B Falla en jeringa	1 Fuga en jeringa	Mala aspiración de muestra por presencia de fuga en la jeringa ocasionando un mal resultado final.			
		2 Fuga en circuito hidráulico	La fuga de líquido determina una mala aspiración de la muestra ocasionando un mal resultado final.			
		3 Falla de válvula de 6vías/4 vías	Falla en la selección de la válvula para la aspiración de la muestra.			

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA N°			DE
	Electrónico			Dery Mestas Chávez	30/01/2018	7
	Computador/PC		7			15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)			
1 Procesar información y controlar el equipo por medio del software phoresis	A No enciende el computador	1 Falta de energía eléctrica	No enciende la computadora por tanto no puede trabajar el equipo Analizador.			
		2 Falla en la fuente de alimentación de la computadora	No enciende la computadora por tanto no puede trabajar el equipo Analizador.			
		3 Falla en la mainboard del CPU	No enciende la computadora por tanto no puede trabajar el equipo Analizador.			
		4 Falla en el disco duro	No enciende la computadora por tanto no puede trabajar el equipo Analizador.			
		5 Falla en el software	No enciende la computadora por tanto no puede trabajar el equipo Analizador.			
	B No inicia el sistema operativo windows	1 Falla en el hardware de la computadora	No enciende la computadora por tanto no puede trabajar el equipo Analizador.			
		2 Falla en el disco duro	No enciende la computadora por tanto no puede trabajar el equipo Analizador.			
		3 Falla en el software	No enciende la computadora por tanto no puede trabajar el equipo Analizador.			
	C No inicia el software phoresis para procesar información y controlar el equipo por medio del software phoresis	1 Falla en el disco duro	No enciende la computadora por tanto no puede trabajar el equipo Analizador.			
		2 Falla en el software phoresis	No enciende la computadora por tanto no puede trabajar el equipo Analizador.			
		3 Falla en la base de datos del software phoresis	No enciende la computadora por tanto no puede trabajar el equipo Analizador.			

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA N°			8
	Electrónico		8	Derty Mestas Chávez	30/01/2018	15
	Bus de comunicación I2C		8			
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)			
1 Establecer la comunicación entre el equipo de electroforesis con la computadora	A Falla en el bus de comunicación serial de la computadora	1 Falta de energía eléctrica	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
		2 Falla en la fuente de alimentación de la computadora	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
		3 Falla en la tarjeta del bus de comunicación serial del CPU	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
		4 Falla en el cable serial	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
		5 Falla en el disco duro	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
		6 Falla en el software	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
	B Falla en la fuente CCD	1 Daño de los fusibles de protección	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
		2 Daño en la fuente CCD	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
		3 Problema del sistema de alimentación eléctrico	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
	C Falla en la tarjeta de comunicación CCD	1 Daño en tarjeta de comunicación CCD	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
		2 Problema del sistema de alimentación eléctrico	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
	D Falla en la tarjeta de comunicación Sampler	1 Daño en tarjeta de comunicación Sampler	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
		2 Problema del sistema de alimentación eléctrico	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
	E Falla en la tarjeta de comunicación Distributor	1 Daño en tarjeta de comunicación Distributor	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			
		2 Problema del sistema de alimentación eléctrico	No se establece la comunicación entre la computadora y el equipo de electroforesis, no pudiendo inicializar y no da resultados.			

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA/ACTIVO Electrónico	SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N° 9
		SUB-SISTEMA/COMPONENTE Tarjetas electrónicas	SUB-SISTEMA N° 9	Dery Mestas Chávez	30/01/2018	DE 15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)			
1	A	Falla en la tarjeta electrónico de control	1	Problema de motor de accionamiento	Error en el control de funcionamiento del equipo, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.	
			2	Problemas de encoder	Error en el control de funcionamiento del equipo, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.	
			3	Disturbios en el sistema eléctrico como sobretensiones, subtensiones, transitorios, interrupciones, distorsión armónica y ruido	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.	
			4	Problema de la línea a tierra	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.	
			5	Problema de contaminación: polvo y humedad.	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.	
			6	Falsos contactos en las conexiones.	Error en el control de funcionamiento del equipo y daño de las tarjetas, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.	

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO	SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	Electrónico				10
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE	SUB-SISTEMA N°	Dery Mestas Chávez	30/01/2018	DE
	Motores	10			15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)		
1 Realizar el movimiento de un sistema	A El motor no gira	1 Bobinado dañado o quemado	Ocasiona que el motor no realice ningún movimiento, generando errores en el equipo que impide realizar su ciclo de trabajo normal.		
		2 Terminal de conexión con defecto	Una mala conexión ocasiona que no llegue la alimentación eléctrica al motor, generando errores en el equipo que impide realizar su ciclo de trabajo normal.		
		3 Falla de alimentación del motor	Al no llegar la alimentación eléctrica no se da el movimiento ordenado y genera errores en el equipo que impide realizar su ciclo de trabajo		
		4 Tarjeta de control dañada	No se le da la orden al motor para que realice un movimiento, genera errores en el equipo que impide realizar su ciclo de trabajo normal.		
	B Altas vibraciones	1 Eje doblado	Ocasiona movimientos inadecuados que generan vibraciones, mayor corriente, con el tiempo daño en el motor y las tarjetas electrónicas.		
		2 Desalineación con el elemento que mueve	Genera vibraciones que con el tiempo van dañando el motor.		
		3 Acoplamiento dañado	Genera vibraciones que con el tiempo van dañando el motor.		
		4 Motor no esta bien asegurado.	Genera vibraciones que con el tiempo van dañando el motor.		
	C Daño de tarjeta electrónica de control	1 Bobinado roto o quemado	El deterioro del bobinado del motor puede ocasionar un exceso de corriente ocasionado el daño de la tarjeta electrónica de control.		
		2 Terminal de conexión con defecto	Puede ocasionar un corto circuito en la tarjeta electrónica y también daño en el motor de accionamiento.		
		3 Disturbios en el sistema eléctrico como sobretensiones, subtensiones, transitorios, Intempciones, distorsión armónica y ruido	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.		
		4 Problema de la línea a tierra	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.		
		5 Problema de contaminación: polvo y humedad.	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.		
		6 Falsos contactos en las conexiones.	Error en el control de funcionamiento del equipo y daño de las tarjetas, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.		

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA/ACTIVO	SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
		Electrónico				11
		SUB-SISTEMA/COMPONENTE	SUB-SISTEMA N°	Derty Mestas Chávez	30/01/2018	DE
		Sensores	11			15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)			
1 Indicar la posición del motor o ubicación de un sistema	A Daño del sensor	1 Pérdida de señal del sensor	Errores en el control del funcionamiento del equipo, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.			
		2 Señal incorrecta del sensor	Errores en el control del funcionamiento del equipo, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.			
		3 Problema de contaminación: polvo y humedad.	Daño de los sensores que genera la parada del equipo.			
		4 Falsos contactos en las conexiones.	Error en el control de funcionamiento del equipo y daño de las tarjetas y sensores, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.			

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA N°			DE
	Electrónico			Dery Mestas Chávez	30/01/2018	12
	Carga/Descarga de racks		12			15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)			
1 Carga de racks de muestras	A Deterioro del rack	1 Desgaste natural del rack	Ingreso incorrecto del rack en el equipo que puede generar un error de funcionamiento del equipo.			
		2 Falta de cuidado del operador	Ingreso incorrecto del rack en el equipo que puede generar un error de funcionamiento del equipo.			
	B Daño de sensores	1 Pérdida de señal de los sensores	Errores en el control del funcionamiento del equipo, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.			
		2 Señal incorrecta de los sensores	Errores en el control del funcionamiento del equipo, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.			
		3 Problema de contaminación: polvo y humedad.	Daño de los sensores que genera la parada del equipo.			
		4 Falsos contactos en las conexiones.	Error en el control de funcionamiento del equipo y daño de las tarjetas y sensores, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.			
	C Daño de tarjeta electrónica de control	1 Bobinado roto o quemado	El deterioro del bobinado del motor puede ocasionar un exceso de corriente ocasionado el daño de la tarjeta electrónica de control.			
		2 Terminal de conexión con defecto	Puede ocasionar un corto circuito en la tarjeta electrónica y también daño en el motor de accionamiento.			
		3 Disturbios en el sistema eléctrico como sobretensiones, subtensiones, transitorios, interrupciones, distorsión armónica y ruido	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.			
		4 Problema de la línea a tierra	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.			
		5 Problema de contaminación: polvo y humedad.	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.			
		6 Falsos contactos en las conexiones.	Error en el control de funcionamiento del equipo y daño de las tarjetas, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.			

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA N°			DE
	Electrónico			Dery Mestas Chávez	30/01/2018	12
	Carga/Descarga de racks		12			15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)		MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)		
2 Descarga de racks de muestras	A	Deterioro del rack	1 Desgaste natural del rack	Ingreso incorrecto del rack en el equipo que puede generar un error de funcionamiento del equipo.		
			2 Falta de cuidado del operador	Ingreso incorrecto del rack en el equipo que puede generar un error de funcionamiento del equipo.		
	B	Daño de sensores	1 Pérdida de señal de los sensores	Errores en el control del funcionamiento del equipo, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.		
			2 Señal incorrecta de los sensores	Errores en el control del funcionamiento del equipo, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.		
			3 Problema de contaminación: polvo y humedad.	Daño de los sensores que genera la parada del equipo.		
			4 Falsos contactos en las conexiones.	Error en el control de funcionamiento del equipo y daño de las tarjetas y sensores, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.		
	C	Daño de tarjeta electrónica de control	1 Bobinado roto o quemado	El deterioro del bobinado del motor puede ocasionar un exceso de corriente ocasionado el daño de la tarjeta electrónica de control.		
			2 Terminal de conexión con defecto	Puede ocasionar un corto circuito en la tarjeta electrónica y también daño en el motor de accionamiento.		
			3 Disturbios en el sistema eléctrico como sobretensiones, subtensiones, transitorios, interrupciones, distorsión armónica y ruido	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.		
			4 Problema de la línea a tierra	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.		
			5 Problema de contaminación: polvo y humedad.	Daño de tarjetas que genera la parada del equipo.		
			6 Falsos contactos en las conexiones.	Error en el control de funcionamiento del equipo y daño de las tarjetas, no se tiene un resultado correcto o se genera un error que no permite culminar el ciclo de trabajo.		

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO	SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE	SUB-SISTEMA N°			13
	Óptico		Derly Mestas Chávez	30/01/2018	DE
	Lámpara de deuterium	13			15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)		
1	A	Falla de la lámpara	1	Desgaste natural de la lámpara	Daño de la lámpara, ocasionado un error en el momento de la lectura dando un resultado inadecuado.
			2	Disturbios en el sistema eléctrico como sobretensiones, subtensiones, transitorios, interrupciones, distorsión armónica y ruido.	Daño de la lámpara, ocasionado un error en el momento de la lectura dando un resultado inadecuado.
			3	Problema de la línea a tierra	Daño de la lámpara, ocasionado un error en el momento de la lectura dando un resultado inadecuado.
			4	Problema de contaminación: polvo y humedad.	Daño de la lámpara, ocasionado un error en el momento de la lectura dando un resultado inadecuado.
			5	Falsos contactos en las conexiones.	Daño de la lámpara, ocasionado un error en el momento de la lectura dando un resultado inadecuado.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO	SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE	SUB-SISTEMA N°			14
	Óptico		Derly Mestas Chávez	30/01/2018	DE
	Fibras ópticas	14			15
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)		
1	A	Deterioro de las fibras	1	Desgaste natural de las fibras ópticas	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.
			2	Problema de contaminación: polvo y humedad.	La presencia del polvo en las fibras ópticas ocasiona malas lecturas en los resultados finales.
	B	Falla en la calibración de CCD	1	Descentrado de las fibras	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.
			2	Obstrucción de los capilares	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.
			3	Rotura de los capilares	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO		SISTEMA N°	FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°	
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE		SUB-SISTEMA N°			DE	
	Óptico			Derty Mestas Chávez	30/01/2018	15	
	Capilares		15			15	
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL (Pérdida de función)	MODO DE FALLA (Causa de la falla)	EFECTO DE FALLA (Que sucede cuando se produce una falla)				
1 Canal por donde se realiza la migración de una muestra.	A Deterioro del capilar	1 Desgaste natural del capilar por tiempo de trabajo	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.				
		2 Problema de contaminación: polvo y humedad.	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.				
		3 Obstrucción de los capilares	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.				
		4 Rotura de los capilares	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.				
2 Canal donde se da la lectura de una muestra	A Deterioro del capilar	1 Desgaste natural del capilar por tiempo de trabajo	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.				
		2 Problema de contaminación: polvo y humedad.	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.				
		3 Obstrucción de los capilares	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.				
		4 Rotura de los capilares	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.				
	B Deterioro de las fibras	1 Desgaste natural de las fibras ópticas	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.				
		2 Problema de contaminación: polvo y humedad.	La presencia del polvo en las fibras ópticas ocasiona malas lecturas en los resultados finales.				
	C Fala en la calibración de CCD		1 Descentrado de las fibras	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.			
			2 Obstrucción de los capilares	Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.			
3 Rotura de los capilares			Ocasiona errores en las lecturas, dando malos resultados.				

10.13 HOJAS DE DECISIÓN RCM DE EQUIPO DE ELECTROFORESIS CAPILAR

HOJA DE DECISIÓN RCM			SISTEMA/ACTIVO						SISTEMA N°			FACILITADOR:		FECHA:		HOJA N°	
			Hidráulico									Derly Mestas Chávez		31/01/2018		1	
			SUB-SISTEMA/COMPONENTE						SUB-SISTEMA N°							DE	
			Bomba de presión/vació						1							15	
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por		
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1 N1	O2 N2	O3 N3								
1	A	1	S	N	N	S	S						Verificar el nivel de voltaje a la entrada y salida del UPS	Mensual	Servicio técnico		
		2	N				S						Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico		
		3	N				S						Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema, debe llegar a 3bar en 5seg, pérdida<50mbar	Mensual	Servicio técnico		
		4	N				S						Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema, debe llegar a 3bar en 5seg, pérdida<50mbar	Mensual	Servicio técnico		
		5	N				S						Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema, debe llegar a 3bar en 5seg, pérdida<50mbar	Mensual	Servicio técnico		
		6	N				S						Desde menú de servicio verificar el correcto funcionamiento de las válvulas	Mensual	Servicio técnico		
	B	1	S	N	S		S						Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico		
		2	N				S						Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico		
		3	N				S						Verificar el estado del filtro en forma visual y el cambio deber ser realizado en forma anual	Mensual/Anual	Operador / Servicio técnico		
		4	N				S						Verificar el correcto cerrado de los envases de insumos para evitar fugas de aire.	Diario	Operador		
		5	N				S						Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema si no llega en el tiempo adecuado o no llega a la presión de 3bar, realizar el cambio del kit de mantenimiento de la bomba de presión.	Anual	Servicio técnico		
		6	N				S						Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema, debe llegar a 3bar en 5seg, pérdida<50mbar	Anual	Servicio técnico		

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA/ACTIVO										SISTEMA N°			FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
		Hidráulico													Derty Mestas Chávez	31/01/2018	1
		SUB-SISTEMA/COMPONENTE										SUB-SISTEMA N°					DE
		Bomba de presión/vació										1					15
Referencia de Información		Evaluación de las consecuencias					H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
			O1	O2	O3		N1	N2	N3								
2	A	1	S	N	N		S						Verificar el nivel de voltaje a la entrada y salida del UPS	Mensual	Servicio técnico		
		2	N				S						Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico		
		3	N				S						Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema	Mensual	Servicio técnico		
		4	N				S						Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema	Mensual	Servicio técnico		
		5	N				S						Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema	Mensual	Servicio técnico		
		6	N				S							Desde menú de servicio verificar el correcto funcionamiento de las válvulas	Mensual	Servicio técnico	
	B	1	S	N	S		S						Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico		
		2	N				S						Desde menú de servicio realizar un ciclo C02 de revisión de vacío en todo el sistema, debe llegar a 20mbar en 5seg, pérdida < 5mbar	Anual	Servicio técnico		
		3	N				S						Verificar el estado del filtro en forma visual y el cambio deber ser realizado en forma anual	Mensual/Anual	Operador / Servicio técnico		
		4	N				S						Verificar el correcto cerrado de los envases de insumos	Diaro	Operador		
		5	N				S						Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema si no llega en el tiempo adecuado o no llega a la presión de 3bar, realizar	Anual	Servicio técnico		
		6	N				S						Desde menú de servicio realizar un ciclo C01 de revisión de presión en todo el sistema	Anual	Servicio técnico		
3	A	1	S	N	S		S						Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico		
		2	N				S						Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico		
		3	N				S						Verificar el correcto cerrado del tanque de desechos	Diaro	Operador		
		4	N				S						Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico		
		5	S	N	S		S						Verificar el correcto cerrado del tanque de desechos	Diaro	Operador		
	B	1	N				S						Verificar funcionamiento de los sensores de nivel desde el menú de servicio	Mensual	Servicio técnico		
		2	N				S						Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico		
		3	N				S						Verificación y limpieza de los sensores de nivel	Anual	Servicio técnico		

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA/ACTIVO Hidráulico						SISTEMA N°			FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°			
		SUB-SISTEMA/COMPONENTE Manifold de válvulas						SUB-SISTEMA N° 2			Derly Mestás Chávez	31/01/2018	2			
Referencia de Información		Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo Inicial	A realizarse por		
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	S4						
							O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4				
1	A	1	N				S						Verificar funcionamiento de las válvulas desde el menú de servicio	Anual	Servicio técnico	
		2	N				S						Verificar funcionamiento de las válvulas desde el menú de servicio	Anual	Servicio técnico	
		3	S	N	S			S						Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico
		4	N					S						Verificar funcionamiento de las válvulas desde el menú de servicio	Anual	Servicio técnico
		5	N					S						Verificar funcionamiento de las válvulas desde el menú de servicio	Anual	Servicio técnico
2	A	1	N				S						Verificar funcionamiento de las válvulas desde el menú de servicio	Anual	Servicio técnico	
		2	N				S						Verificar funcionamiento de las válvulas desde el menú de servicio	Anual	Servicio técnico	
		3	S	N	S			S						Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico
		4	N					S						Verificar funcionamiento de las válvulas desde el menú de servicio	Anual	Servicio técnico
		5	N					S						Verificar funcionamiento de las válvulas desde el menú de servicio	Anual	Servicio técnico

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA/ACTIVO Hidráulico							SISTEMA N°					FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N° 3
		SUB-SISTEMA/COMPONENTE Válvulas de 4/6 vías							SUB-SISTEMA N° 3					Derly Mestas Chávez	31/01/2018	DE 15
Referencia de Información		Evaluación de las consecuencias					H1	H2	H3	Acción a falta de				Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4				
1	A	1	N				S							Verificar funcionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio, realizar cambio de anillo interno y calibración.	Anual	Servicio técnico
		2	N				S							Verificar funcionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio, realizar cambio de anillo interno y calibración.	Anual	Servicio técnico
		3	S	N	S		S							Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico
		4	N				S							Verificar funcionamiento de los motores de accionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio.	Anual	Servicio técnico
		5	N				S							Verificar funcionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio, realizar cambio de anillo interno y calibración.	Anual	Servicio técnico
		6	N				S							Verificar funcionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio, realizar ajuste del acoplamiento del motor con la válvula.	Anual	Servicio técnico
2	A	1	N				S						Verificar funcionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio, realizar calibración de las válvulas.	Anual	Servicio técnico	
		2	S	N	S		S						Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	
		3	N				S						Verificar funcionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio.	Anual	Servicio técnico	
		4	N				S						Verificar funcionamiento de las válvulas 4/6 vías desde el menú de servicio, realizar cambio de anillo interno y calibración.	Anual	Servicio técnico	
		5	N				S						realizar ajuste del acoplamiento del motor con la válvula. Si se es necesario cambio de válvulas.	Anual	Servicio técnico	

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA/ACTIVO										SISTEMA N°			FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°
		Hidráulico													Derly Mestas Chávez	31/01/2018	4
		SUB-SISTEMA/COMPONENTE										SUB-SISTEMA N°					DE
		Tanque catódico/anódico										4					15
Referencia de Información		Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial	A realizarse por	
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5						S4
1	A	1	N				S							Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	
		2	N				S							Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	
		3	S	N	N	N	S							Verificación del nivel de líquido de los reactivos	Diario	Operador	
		4	S	N	N	N	S							Cambio del filtro del reactivo con cada cambio de un nuevo reactivo	Semanal	Operador	
	B	1	N				S							Verificar los tanques catódico y anódico	Anual	Servicio técnico	
		2	S	N	S		S							Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	
		3	N				S							Verificar la empaquetadura de tanques	Anual	Servicio técnico	
		4	N				S							Ajuste de los pernos de la base de tanques	Anual	Servicio técnico	
2	A	1	N				S						Verificación de llenado de tanques desde menú de servicio (ciclos C08,C11)	Mensual	Servicio técnico		
		2	N				S						Verificación de trabajo de ciclo verificando los archivos Logs	Mensual	Servicio técnico		
		3	S	N	S		S						Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico		
		4	N				S						Verificar la empaquetadura de tanques	Anual	Servicio técnico		
3	A	1	N				S						Verificación de llenado de tanques desde menú de servicio (ciclos C08,C11)	Mensual	Servicio técnico		
		2	S	N	S		S						Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico		
		3	N				S						Verificar la empaquetadura de tanques	Anual	Servicio técnico		

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA/ACTIVO							SISTEMA N°				FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°		
		Hidráulico							SUB-SISTEMA N°				Derly Mestas Chávez	31/01/2018	5		
		Jeringa							5						DE 15		
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
			O1	O2	O3												
			N1	N2	N3												
1	A	1	N				S							Verificación de funcionamiento de la jeringa desde menú de servicio, que tenga una holgura < 100 pasos, realizar ciclo C13.	Anual	Servicio técnico	
		2	S	N	S		S							Verificación de ajuste de tornillos de acople.	Anual	Servicio técnico	
		3	N				S							Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	
2	A	1	N				S							Verificación de funcionamiento de las válvulas desde menú de servicio.	Anual	Servicio técnico	
		2	S	N	S		S							Verificación de funcionamiento de la jeringa desde menú de servicio, que tenga una holgura < 100 pasos, realizar ciclo C13	Anual	Servicio técnico	
		3	N				S							Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico	
		4	S	N	N	N	S							Verificación de funcionamiento de las válvulas desde menú de servicio.	Anual	Servicio técnico	
													Verificación del nivel de líquido de los reactivos	Diario	Operador		

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA/ACTIVO							SISTEMA N°				FACILITADOR:	FECHA:	HOJA N°										
		Hidráulico							SUB-SISTEMA N°				Derly Mestas Chávez	31/01/2018	6										
		Aguja							6						DE 15										
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial	A realizarse por								
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4													
			O1	O2	O3																				
			N1	N2	N3																				
1	A	1	N				S							Realizar ciclo de capiclean (limpieza de aguja y capilares)	Semanal	Operador									
		2	N				S							Realizar ciclo de capiclean (limpieza de aguja y capilares)	Semanal	Operador									
															Limpieza de aguja y estación de lavado	Anual	Servicio técnico								
B	1	S	N	S			S							Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico									
														Desde menú de servicio realizar ciclos de dilución C16 y de inyección C19	Anual	Servicio técnico									
															Lubricación de ejes de accionamiento de la aguja.	Anual	Servicio técnico								
		2	S	N	S			S							Verificar las tuberías del circuito hidráulico y las conexiones	Anual	Servicio técnico								
														3	N			S					Verificación del circuito hidráulico	Anual	Servicio técnico

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA/ACTIVO Electrónico						SISTEMA N°			FACILITADOR:		FECHA:		HOJA N° 7	
		SUB-SISTEMA/COMPONENTE Computador/PC						SUB-SISTEMA N° 7			Derty Mestas Chávez		31/01/2018		DE 15	
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1	H2 S2	H3 S3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por	
F	FF	FM	H	S	E	O	O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4				
1	A	1	S	N	N	S	S									Verificar el nivel de voltaje a la entrada y salida del UPS
		2	S	N	N	S	S						Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico	
		3	S	N	N	S	S						Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico	
		4	S	N	N	S	S						Realizar una verificación del disco duro con software (Scandisk y fragmentador)	Anual	Servicio técnico	
		5	S	N	N	S	S						Realizar una verificación y backup de la base de datos de software phoresis	Mensual	Servicio técnico	
	B	1	S	N	N	S	S						Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico	
		2	S	N	N	S	S						Realizar un verificación del disco duro con software (Scandisk y fragmentador)	Anual	Servicio técnico	
		3	S	N	N	S	S						Realizar una verificación y backup de la base de datos de software phoresis	Mensual	Servicio técnico	
	C	1	S	N	N	S	S						Realizar un verificación del disco duro con software (Scandisk y fragmentador)	Anual	Servicio técnico	
		2	S	N	N	S	S						Realizar una verificación y backup de la base de datos de software phoresis	Mensual	Servicio técnico	
3		S	N	N	S	S						Realizar una verificación y backup de la base de datos de software phoresis	Mensual	Servicio técnico		

HOJA DE DECISION RCM		SISTEMA/ACTIVO Electrónico SUB-SISTEMA/COMPONENTE Carga/Descarga de racks										SISTEMA N° SUB-SISTEMA N° 12			FACILITADOR: Derly Mestas Chávez	FECHA: 31/01/2018	HOJA N° 12 DE 15			
Referencia de Información		Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1			H2 S2 O2			H3 S3 O3			Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4								
1	A	1	S	N	N	S	S									Verificación de los rack de muestras, separando los que se estén dañados.	Diario	Operador		
		2	S	N	N	S	S									Capacitación al operador	Semestral	Servicio técnico		
	B	1	N				S									Verificación y limpieza de las conexiones entre tarjetas electrónicas y sensores	Anual	Servicio técnico		
		2	N				S									Verificación y limpieza de los sensores	Anual	Servicio técnico		
		3	N				S									Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico		
		4	N				S									Verificación y ajuste de las conexiones eléctricas de los conectores de las tarjetas electrónicas.	Anual	Servicio técnico		
	C	1	N				S									Verificación y mantenimiento de los motores	Anual	Servicio técnico		
		2	N				S									Verificación y ajuste de las conexiones eléctricas de los conectores de las tarjetas electrónicas.	Anual	Servicio técnico		
		3	N				S									Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico		
		4	N				S									Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico		
		5	N				S									Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico		
		6	N				S									Desde menú de servicio realizar verificación de carga/descarga de racks con ciclo C06	Anual	Servicio técnico		
	2	A	1	S	N	N	S	S								Verificación y ajuste de las conexiones eléctricas de los conectores de las tarjetas electrónicas.	Anual	Servicio técnico		
			2	S	N	N	S	S								Verificación de los rack de muestras, separando los que se estén dañados.	Diario	Operador		
B		1	N				S									Capacitación al operador	Semestral	Servicio técnico		
		2	N				S									Verificación y limpieza de las conexiones entre tarjetas electrónicas y sensores	Anual	Servicio técnico		
		3	N				S									Verificación y limpieza de los sensores	Anual	Servicio técnico		
		4	N				S									Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico		
C		1	N				S									Verificación y ajuste de las conexiones eléctricas de los conectores de las tarjetas electrónicas.	Anual	Servicio técnico		
		2	N				S									Verificación y mantenimiento de los motores	Anual	Servicio técnico		
		3	N				S									Verificación y ajuste de las conexiones eléctricas de los conectores de las tarjetas electrónicas.	Anual	Servicio técnico		
		4	N				S									Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico		
		5	N				S									Verificar la calidad de energía eléctrica con un registrador de voltaje	Mensual	Servicio técnico		
		6	N				S									Verificación y limpieza de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico		
																Verificación y ajuste de las conexiones eléctricas de los conectores de las tarjetas electrónicas	Anual	Servicio técnico		

2	Limpieza de la cánula	Hay que realizar una limpieza semanal de la cánula de muestras para evitar que se contamine. Preparar una solución de hipoclorito de sodio (2% a 3% de cloruro) para una dilución de 250 ml), vierta esta solución en un tubo, identifique este tubo a través de su código de barras. Introduzca el tubo en el rack 100 e ingresarlo al equipo. El ciclo de limpieza comenzará tras la lectura del código de barras del tubo con la solución de hipoclorito.	Tubos cónicos, Solución de hipoclorito, agua destilada, micropipeta.	-	
3	Limpieza del compartimiento de reactivos	Limpie y descontamine el compartimiento de los reactivos con lejía diluida (1,2° de cloro) o con una solución de limpieza/desinfectante lista para usar	Solución de hipoclorito y trapo suave	-	
4	Calibración del equipos (de ser necesaria)	La calibración solo se hará cada vez que se cambia de lote del buffer, después de preparar la solución calibradora, se colocara en un tubo con u ticket respectivo, se colocara en el rack de controles, ingresarlo al equipo.	Calibrador 1 y 2 de HbA1c, micropipeta, agua destilada y tubos cónicos	-	

5	Verificación de registro de pacientes	Verificar el registro de pacientes, observando la cantidad de procesos diarios, además de observar la buena calidad de las curvas. Verificar que todos los capilares están trabajando correctamente	-	-	
6	Verificación de registro de controles	Verificar el registro de controles, y comprobar que los controles diarios estén pasando correctamente	-	-	
7	Limpieza externa del equipo	Realizar una limpieza externa del equipo con una solución jabonosa y agua, además de eliminar el exceso de polvo del equipo	Agua jabonosa y trapo húmedo	-	

10.15 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ITEM	
DENOMINACIÓN	Analizador de Electroforesis Capilar
MARCA	SEBIA
MODELO	Capillarys 2 Flex Piercing

Nº	Descripción de Actividad	Procedimiento para realizar cada actividad	Insumos (*) y Repuestos (**) para la Ejecución del Mantenimiento	Herramientas Instrumentos	Ejecutor Ingeniero / Técnico
1	Verificación de condiciones ambientales	Verificación de temperatura y humedad de ambiente donde está el equipo. Medición de voltaje en toma eléctrica y en salida de equipos de protección. Tomar medida con medidor de calidad de energía eléctrica por dos días para verificar las condiciones eléctricas.		Termohigrómetro, Multitester, Medidor de la calidad energía eléctrica	Tec.
2	Limpieza General	Limpieza Externa e Interna del equipo. Limpieza de contenedores y conectores. Limpieza de carrier y aguja.	Paño suave Jabón suave Cepillo suave		Tec.

3	Revisión de Capilares	Retiro e inspección de cada capilar. Limpieza de soporte (superior e inferior). Inspección de fugas, cristalización y recalentamiento. Inspección y limpieza de tanques 1 y 2. Limpieza de sus válvulas asociadas.	Cepillo suave Agua destilada Grasa fina siliconada	Set de llaves Allen. Alicates de tenaza y pinza. Set de Destornilladores finos	Tec.
4	Cambio de Kit de mantenimiento	Cambio de sellos y mangueras del kit de mantenimiento.	Kit de mantenimiento Código 1293.	Set de llaves Allen. Alicates de tenaza y pinza. Set de Destornilladores finos	Tec.
5	Pruebas con software de Servicio	Revisión y corrección (si necesario) de ajustes mecánicos. Chequeo de ajustes de lectura (CCD). Evaluación de presión y vacío.			Tec.
6	Activación de capilares y calibración CCD: ejecución de QC 1 y 2	En sistema operativo hacer ciclo de activación de capilares y luego calibración CCD. Correr QC niveles 1 y 2	QC 1 y 2 vigentes (cliente)		Tec.
7	Inspección de contenedores y racks	Verificación física de los contenedores de reactivos y los racks de muestras			Tec.

TEMÁTICA DE CAPACITACIÓN DE MANEJO, OPERACIÓN FUNCIONAL, CUIDADO Y CONSERVACIÓN BÁSICA DEL EQUIPO

EQUIPO	MARCA	MODELO	ÍTEM	PROVEEDOR
Analizador de Electroforesis Capilar	Sebia	Capillarys 2 Flex Piercing		
NOMBRE DEL EXPERTO		NACIONALIDAD		EXPERIENCIA
		Peruana		5 años
FECHA DE INICIO		FECHA DE TÉRMINO		DÍAS – HORARIO
Nº	TEMÁTICA DEL CURSO			HORAS
1	Principio de funcionamiento, diagrama de bloques del equipo.			1.0 h
2	Principio de funcionamiento de las partes técnicas y consumibles, operación del equipo.			2.0 h
3	Funcionamiento del procesamiento de la técnica			4.0 h
4	Funcionamiento del software del equipo.			2.0 h
5	Limpieza y cuidados con el equipo.			1.0 h
6	Troubleshooting, análisis de fallas comunes.			1.0 h
7	Practica			2.0 h
8	Examen			1.0 h
TOTAL DE HORAS				14 HORAS

**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA EN SERVICIO TÉCNICO
DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DEL EQUIPO**

CARACTERÍSTICAS	REQUERIMIENTO
Nº de Técnicos o Profesionales en mantenimiento de equipos a capacitar	04 Técnicos o Profesionales en mantenimiento de equipos biomédicos
Tiempo de capacitación	30 horas
Instructores	01 instructor capacitado en casa matriz
Estructura del curso	
Lugar de capacitación	Sala de reunión (teoría) y Talleres (práctica)
Fecha de capacitación	
Materiales de capacitación	01 instrumento + PC operativos disponibles 01 set de herramientas de ingeniería (FSE) 01 kit de mantenimiento semestral C2FP Sebia Separatas y presentaciones tanto impresas y en formato digital Manuales de servicio del instrumento DVD de soporte del instrumento Sala equipada con proyector multimedia
Programa de refuerzo de Capacitación	Charlas semestrales de refuerzo: temario conforme a necesidad del personal a reforzar.

**TEMÁTICA DE CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA EN SERVICIO TÉCNICO DE
MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DEL EQUIPO**

EQUIPO	MARCA	MODELO	ÍTEM	PROVEEDOR
Analizador de Electroforesis Capilar	Sebia	Capillarys 2 Flex Piercing		
NOMBRE DEL EXPERTO		NACIONALIDAD		EXPERIENCIA
		PERUANA		5 AÑOS
FECHA DE INICIO		FECHA DE TÉRMINO		DÍAS – HORARIO
N°	TEMÁTICA DEL CURSO			HORAS
1	Principios de electroforesis			3 h
2	Fundamentos del equipo			4 h
3	Diagramas en bloque: hidráulica, neumática, electrónica			4 h
4	Explicación secuencial del proceso operativo			4 h
5	Phoresis (software operativo) + Programa de servicio			3 h
6	Mantenimiento preventivo y recambios			4 h
7	Análisis de fallas y mantenimiento correctivo (Trouble Shooting)			4 h
8	Rutinas de práctica en instrumento			8 h
9	Examen			1 h
TOTAL DE HORAS				35 HORAS

10.17 REPUESTOS RECOMENDADOS-STOCK MÍNIMO PARA EQUIPO DE ELECTROFORESIS CAPILAR

P/N	DESCRIPCION	CANTIDAD
1293	KIT DE MAINTENANCE Maintenance Kit	1
10052370S	LAMPE DEUTERIUM Deuterium Lamp	1
10046286BS	CAPILLAIRE Capillary Cartridge	10
10051282S	CARTE ALIMENTATION CCD CCD Power Supply	1
10051283	CARTE CCD CCD P.C. Board	1
10051289BS	ELECTRODE FIXE (ANODE) Front Electrode (anode)	1
10051291S	CARTE DISTRIBUTEUR Distributor P.C. Board	1
10051292S	CARTE ELECTROVANNES Valve P.C. Board	1
10051902	VANNE TEFLON 4-VOIES Teflon 4-Way Valve	1
10051903S	ELECTROVANNE AIR CABLEE Air Valve with Cable	4
10051904	KIT DE MAINTENANCE POMPE AIR Maintenance kit for pressure pump	1
10051906	RACCORD MALE H2O / TAMPON / SOL. HEMOLYSANTE Buffer / H2O / Hemolysing Sol. Male Container Coupling	3
10051907A	RACCORD MALE SOLUTION LAVAGE Wash Solution Male Container Coupling	1
10051909	GRAISSE SILICONE (10ml) Silicone Grease (10ml)	1
10051C07	CAPTEUR N°07-08-15-18-22-27 Sensor #07-08-09-15-18-22-27	1
10051C10	CAPTEUR N°10-16-17-19-21 Sensor #10-16-17-19-21	2
10051C14	CAPTEUR N°14 Sensor #14	1
10051C29	CAPTEUR N°29 Sensor #29	1
10052720	VANNE 8 VOIES 8 Way Valve	1
10057215S	CARTE DETECTION BIDON Reagent Container P.C. Board	1
10057216S	MODULE DETECTION BIDON FLEX Front Reagent Detection P.C. Board Flex	1
10057211AS	DE DE LAVAGE Washing block	1
10057290S	CARTE PASSEUR FLEX Flex Sampler P.C. Board	1
10057605	BIDON VIDANGE Waste Container	1
31003369E	AIGUILLE DE PRELEVEMENT POUR VERSION 8,50 Sample Probe for rel. 8,50	1
40000140	TUBE SILASTIC EV PINCEMENT Pinch Valve Silastic Tubing	1
40000262	JOINT SERINGUE Syringe O-Ring	1
40000411	FILTRE AIR Air Filter	1
40000607	VANNE 6 VOIES 6 Way Valve	1
40101000	GRAISSE MECANIQUE BLANCHE (15g) White Mechanical Grease (15g)	1
41000015A	TUBE AIGUILLE/VANNE Valve/sample Probe Tubing	1
45360034	ELECTROVANNE REACTIFS N°4-6-11-12-13-15-21 Reagent Valve # 4-6-11-12-13-15-17-21	2
45360036	ELECTROVANNE A PINCEMENT N°17 Pinch Valve #17	1

10.18 LISTA DE REPUESTOS DE EQUIPO DE ELECTROFORESIS CAPILAR

P/N	DESCRIPCION
1296	PORTOIRS ECHANTILLON (X5) Sample Racks (X5)
1292	RACCORD RAPIDE (BOUCHON) Quick Coupling (Cap)
1293	KIT DE MAINTENANCE Maintenance Kit
10045334A	PISTON SERINGUE CERAMIQUE Syringe Ceramic Piston
10046130A	PORTOIR MAINTENANCE N° 100 Maintenance Rack #100
10046223S	CARTE DCN DCN P.C.Board
10046286BS	CAPILLAIRE Capillary Cartridge
10046310A	CARTE CHENILLARD Display P.C.Board
10046400	ALIMENTATION BASSE TENSION Low Voltage Power Supply
10046606	BIDON 750ml + ETIQUETTES EAU/LAVAGE SANS BOUCHON 750 ml container + stickers H2O/wash without cap
10051050S	CARTE EXTENSION MEMOIRE SANS μ C (X1) Firmware Memory Extension Board Without μ C (X1)
10051202B	KIT TUBES Tubing Kit
10051204AS	CARTE CUVE Tank P.C.Board
10051208S	CARTE BOOSTER I2C I2C Booster Board
10051213	CARTE LIAISON X-Y X-Y Probe Motor P.C. Board
10051220	ENSEMBLE SERINGUE CAPILLARYS Syringe Module
10051250A	OPTIQUE COMPLETE (Monochromateur) Optical Assembly (Monochromator)
10051263	CARTE ENTRE PASSEUR Inlet Conveyor P.C. Board
10051264S	CARTE INTRODUCTION PORTOIR Rack Introduction P.C. Board
10051272	CARTE CODEUR M9 Motor 9 Encoder P.C. Board
10051281A	CUVE CATHODE Cathode Tank
10051282S	CARTE ALIM CCD CCD Power Supply
10051283	CARTE CCD CCD P.C. Board
10051284	FIBRE OPTIQUE EMISSION Emission Fiber Optics
10051285A	FIBRE OPTIQUE RECEPTION Reception Fiber Optics
10051289BS	NOUVELLE ELECTRODE FIXE (ANODE) New Front Electrode (Anode)
10051291S	CARTE DISTRIBUTEUR Distributor P.C.Board
10051292S	CARTE ELECTROVANNES Valve P.C.Board
10051293	CARTE INTERFACE PASSEUR Sampler Interface P.C.Board
10051294A	RESERVOIR PRESSION Pressure Reservoir

P/N	DESCRIPCION
10051296	ALIMENTATION HAUTE TENSION High Voltage Power Supply
10051297B	POMPE AIR (P1) Pressure Pump (P1)
10051298A	ENSEMBLE ELECTROVANNE AIR Air Manifold Assembly
10051299	ELECTROAIMANT VERROUILLAGE CAPOT Cover Interlock Electromagnet
10051901A	ACCOUPEMENT VANNE 4 VOIES 4-Way Valve Metal Coupling
10051902	VANNE TEFLON 4-VOIES Teflon 4-Way Valve
10051903S	ELECTROVANNE AIR CABLEE Air Valve with Cable
10051904	KIT DE MAINTENANCE POMPE AIR Maintenance kit for pressure pump
10051906	RACCORD MALE VIDANGE / H2O / TAMPON Waste / Buffer / H2O Male Container Coupling
10051907A	RACCORD MALE SOLUTION LAVAGE Wash Solution Male Container Coupling
10051909	GRAISSE SILICONE (10ml) Silicone Grease (10ml)
10052370S	LAMPE CAPILLAIRE Deuterium Lamp
10057901	ACCOUPEMENT VANNE 6/8 VOIES 6/8-Way Valve Metal Coupling
10057C01	CAPTEUR N°1 PRESENCE PORTOIR Sensor #1 Rack Presence
10051C04	CAPTEUR N°4 (CUVE 2) Sensor #4 (Tank 2)
10051C07	CAPTEUR N°7-8-9-15-18-22-27 Sensor #7-8-9-15-18-22-27
10051C10	CAPTEUR N°10-16-17-19-21 Sensor #10-16-17-19-21
10051C14	CAPTEUR N°14 Sensor #14
10051C20E	CAPTEUR N°20 EMISSION Sensor #20 Emission
10051C20R	CAPTEUR N°20 RECEPTION Sensor #20 Reception
10046C23	CAPTEUR N°23 Sensor #23
10051C24	CAPTEUR N°24 Sensor #24
10046C25	CAPTEUR N°25 Sensor #25
10051C26	CAPTEUR N°26 Sensor #26
10051C28	CAPTEUR N°28 Sensor #28
10051C29	CAPTEUR N°29 Sensor #29
10051C30AS	CAPTEUR N°30 (TEMPERATURE) Sensor #30 (Temperature Probe)
10046C31A	CAPTEUR N°31 Sensor #31 (cover switch)
10051C36	CAPTEUR N°36 Sensor #36
10051M01	MOTEUR N°1 CABLE Motor #1

P/N	DESCRIPCION
10051M02	MOTEUR N°2 CABLE Motor #2
10051M03	MOTEUR SERINGUE Syringe Motor
10057M04	MOTEUR VANNE 8 VOIES 8 Way Valve Motor
10057M05	MOTEUR N°5 CABLE Motor #5
10057M06	MOTEUR N°6 (Z) CABLE Motor #6 (Z)
10051M07	MOTEUR N°7 CABLE Motor #7
10051M08	MOTEUR N°8 CABLE Motor #8
10051M09	MOTEUR N°9 CABLE Motor #9
10051M10	MOTEUR N°10 CABLE Motor #10
10051M11	MOTEUR N°11 CABLE Motor #11
10057M12	MOTEUR N°12 CABLE Motor #12
10051M13	MOTEUR N°13 CABLE Motor #13
10051M14	MOTEUR N°14 CABLE Motor #14
10051M15	MOTEUR N°15 CABLE Motor #15
10051M16	MOTEUR N°16 CABLE Motor #16
10057M64	MOTEUR VANNE 6 VOIES 6 Way Valve Motor
10052291S	LECTEUR CODE A BARRES Barcode Reader
10052720	VANNE 8 VOIES 8-Way Valve
10057140A	PORTOIR CONTRÔLE N°0 Control Rack #0
10057035	KIT FLEX PIERCING VANNE 6 VOIES 6 Way Valve Upgrade Kit
10057215S	CARTE DETECTION BIDON Reagent Container P.C.Board
10057216S	MODULE DETECTION BIDON Front Reagent Detection P.C. Board
10057209S	CARTE AGITATION Shaker Board
10057211AS	LAVAGE AIGUILLE Probe Washing Block
10057221S	CARTE LIAISON SERINGUE Syringe P.C.Board
10057290S	CARTE PASSEUR Sampler P.C.Board
10057605	BIDON VIDANGE Waste container Assembly
31002355	CORPS SERINGUE Syringe Metal Body
31002595	ADHESIF THERMIQUE CIRCUIT PELTIER Peltier Element Adhesive
31003369E	AIGUILLE DE PRELEVEMENT Sample Probe

P/N	DESCRIPCION
31003392	AXE FIXATION AIGUILLE Needle Horizontal Metal Axis
31003445	PLANCHE ETIQUETTES CODE BARRE Barcode Sheet
31003447	FACADE PLASTIQUE BIDON Front Reagent Compartment Surface
31002480A	GAP PAD Gap Pad
40000140	TUBE SILASTIC EV PINCEMENT Pinch Valve Silastic Tubing
40000154	JOINT BLOC LAVAGE AIGUILLE Probe Washing Block O-Ring
40000172	ACCOUPLLEMENT MOTEUR Motor Coupling
40000248	RACCORD LUEUR FEMELLE Female Lueur Fitting
40000257	VALVE SECURITE RESERVOIR PRESSION Pressure Reservoir Safety Valve
40000258	CIRCUIT PELTIER Peltier Element
40000262	JOINT SERINGUE Syringe O-Ring
40000385	RACCORD MALE BIDON DE VIDANGE Waste Container Male Coupling
40000386	RACCORD FEMELLE BIDON DE VIDANGE Waste Container Female Coupling
40000403	COURROIE CRANTEE TRANSLATION Left / Right Movement Belt
40000405	COURROIE PASSEUR Conveyor Belt
40000411	FILTRE AIR Air Filter
40000480	REGULATEUR DE PRESSION Pressure Regulator
40000489	RACCORD LUER MALE Male Lueur Fitting
40000607	VANNE 6 VOIES 6 Way Valve
40101000	GRAISSE MECANIQUE BLANCHE (15g) White Mechanical Grease (15g)
41000015A	TUBE AIGUILLE/VANNE Valve/sample Probe Tubing
41100188	CABLE CAPTEUR N°19 Sensor #19 cable
41100197	CABLE PASSEUR/CARTE DCN Sampler/DCN Board Cable
41100201	CAPTEUR PRESENCE MAIN Hand Presence Sensor #39
41100219	CABLE CARTE DISTRI./DETECTION BIDON Container Detect. Board/Distri. Board Cable
41100220	CABLE CARTE CCD/LIAISON SERIE Serial Link/CCD Board Cable
41100222	CABLE CARTE CCD/CARTE CUVE Tank Board/CCD Board Cable
41100226A	CABLE CARTE CUVE/DETECT. BIDON Tank Board/Container Detect. Board Cable
41100227	CABLE DETECT. BIDON/INTRO. PORTOIR Container Detect. Board/Rack Intro. Board Cable
41100244	CABLE CARTE DCN/CARTE CUVE DCN Board/Tank Board Cable

FICHA PARA LA VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO-ENCUESTA

I.- DATOS DEL ESPECIALISTA QUE REALIZA LA VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos: OSCAR JUAN RODRIGUEZ TARANCO

Máximo grado académico alcanzado: DOCTOR

Especialidad: GESTIÓN - EDUCACIÓN

Institución donde labora: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALI

II.- DATOS DEL PLAN DE TESIS

Título: Modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima.

Problema: ¿Cuál es el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima?

Sub problemas:

- ¿Cuál es el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar?
- ¿Cómo establecer el mantenimiento centrado en la confiabilidad?
- ¿Cuál es la data registrada en el equipo de electroforesis capilar?

III.- DATOS DEL CUESTIONARIO DE ENCUESTA

El objetivo del cuestionario de encuesta: Identificar la experiencia del operador del equipo de electroforesis capilar

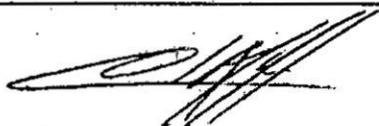
Problemas que se relacionan con el cuestionario de encuesta: Sub problema (a).

- ¿Cual es el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar?

IV. CUADRO DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO

Marcar con un check (✓) donde considera que corresponda

Exigencias para la validación del cuestionario	CUMPLE	NO CUMPLE
1 El objetivo del cuestionario, tiene relación con uno o más problemas del proyecto de investigación.	✓	
2 El objetivo del cuestionario es claro y entendible.	✓	
3 Las instrucciones que se dan en el cuestionario son claras.	✓	
4 Las preguntas del cuestionario guardan relación con su objetivo	✓	
5 Las preguntas tiene secuencia lógica	✓	
6 Los encuestados tienen capacidad para dar respuestas validas	✓	
7 No se tienen preguntas desconocidas	✓	
8 El cuestionario es confiable para los propósitos de la investigación.	✓	



FIRMA DEL VALIDADOR

FICHA PARA LA VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO-ENCUESTA

I.- DATOS DEL ESPECIALISTA QUE REALIZA LA VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos: JOSE CABREJOS BURGA

Máximo grado académico alcanzado: INGENIERO

Especialidad: ING. MECANICO

Institución donde labora: GRUPO CONCEPTA SAC

II.- DATOS DEL PLAN DE TESIS

Título: Modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima.

Problema: ¿Cuál es el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima?

Sub problemas:

- ¿Cuál es el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar?
- ¿Cómo establecer el mantenimiento centrado en la confiabilidad?
- ¿Cuál es la data registrada en el equipo de electroforesis capilar?

III.- DATOS DEL CUESTIONARIO DE ENCUESTA

El objetivo del cuestionario de encuesta: Identificar la experiencia del operador del equipo de electroforesis capilar

Problemas que se relacionan con el cuestionario de encuesta: Sub problema (a).

- ¿Cual es el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar?

IV. CUADRO DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO

Marcar con un check (✓) donde considera que corresponda

Exigencias para la validación del cuestionario	CUMPLE	NO CUMPLE
1 El objetivo del cuestionario, tiene relación con uno o más problemas del proyecto de investigación.	✓	
2 El objetivo del cuestionario es claro y entendible.	✓	
3 Las instrucciones que se dan en el cuestionario son claras.	✓	
4 Las preguntas del cuestionario guardan relación con su objetivo	✓	
5 Las preguntas tiene secuencia lógica	✓	
6 Los encuestados tienen capacidad para dar respuestas validas	✓	
7 No se tienen preguntas desconocidas	✓	
8 El cuestionario es confiable para los propósitos de la investigación.	✓	


FIRMA DEL VALIDADOR

FICHA PARA LA VALIDACIÓN DE LA EVALUACIÓN- AUDITORIA TÉCNICA

I.-DATOS DEL ESPECIALISTA QUE REALIZA LA VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos: JOSE CABREJOS BURGON

Máximo grado académico alcanzado: MAGISTER

Especialidad: ING. MECANICA

Institución donde labora: GRUPO CONCEPTO SAC

II.- DATOS DEL PLAN DE TESIS

Título: Modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima.

Problema: ¿Cuál es el modelo de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para equipos de electroforesis capilar en Hospitales de Lima?

Sub problemas:

- a) ¿Cuál es el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar?
- b) ¿Cómo establecer el mantenimiento centrado en la confiabilidad?
- c) ¿Cuál es la data registrada en el equipo de electroforesis capilar?

III.- DATOS DE LA EVALUACIÓN-AUDITORIA TÉCNICA

El objetivo del cuestionario de encuesta: Identificar el contexto operacional y condiciones ambientales

Problemas que se relacionan con el cuestionario de encuesta: Sub problema (a).

- a) ¿Cual es el contexto operacional del equipo de electroforesis capilar?

IV. CUADRO DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO

Marcar con un check (✓) donde considera que corresponda

Exigencias para la validación del cuestionario	CUMPLE	NO CUMPLE
1 El objetivo del cuestionario, tiene relación con uno o más problemas del proyecto de investigación.	✓	
2 El objetivo del cuestionario es claro y entendible.	✓	
3 Las instrucciones que se dan en el cuestionario son claras.	✓	
4 Las preguntas del cuestionario guardan relación con su objetivo	✓	
5 Las preguntas tiene secuencia lógica	✓	
6 Los encuestados tienen capacidad para dar respuestas validas	✓	
7 No se tienen preguntas desconocidas	✓	
8 El cuestionario es confiable para los propósitos de la investigación.	✓	


 FIRMÁ DEL VALIDADOR