

MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA CLÍNICA PROINSALUD

NADIA PAOLA ROSERO IBARRA

Director
ING. JAIRO ORTIZ VALENCIA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2007

MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA CLÍNICA PROINSALUD

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniera Electrónica**

NADIA PAOLA ROSERO IBARRA

**Director
ING. JAIRO ORTIZ VALENCIA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2007**

“Las ideas y las conclusiones aportadas en el presente trabajo
son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1, Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966
emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, junio de 2007

*“Al único y sabio Dios,
sea gloria mediante Jesucristo
para siempre. Amén”*

Romanos 16,27

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

A Dios, que siempre estuvo a mi lado y me fortaleció para que yo pudiera alcanzar esta meta.

A mis padres, por su apoyo y todo el cuidado que han tenido de mí.

A los ingenieros Juan Carlos Enríquez y Jairo Ortiz por su colaboración en el desarrollo de este proyecto.

A todas las personas que de una u otra manera aportaron a mi vida de su sabiduría.

CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	14
1. REFERENTES DEL PROYECTO	15
1.1 TÍTULO DEL PROYECTO	15
1.2 MODALIDAD	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
3. MARCOS	17
3.1 MARCO CONCEPTUAL	17
3.2 MARCO REFERENCIAL	18
4. ÁREA DE MANTENIMIENTO PROINSALUD S.A.	20
5. METODOLOGÍA	22
6. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS	23
6.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	23
6.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	25
7. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS BIOMÉDICOS	27
7.1 CALIBRACIÓN DE BALANZAS	28
7.1.1. Procedimiento	28
7.1.2. Proceso de calibración	28
7.1.3. Equipos	29
7.2 CALIBRACIÓN DE TENSÍOMETROS	29
7.2.1. Procedimiento	29
7.2.2. Proceso de calibración	30
7.2.3. Equipos	30
7.3 CALIBRACIÓN DE PIPETAS	31
7.3.1. Proceso de calibración	31

7.3.2. Equipos	32
7.4 CALIBRACIÓN DE TALLÍMETROS Y CINTAS MÉTRICAS	32
7.4.1. Proceso de calibración	32
7.4.2. Equipos	32
7.5 CALIBRACIÓN DE TERMÓMETROS	32
7.5.1. Proceso de calibración	32
7.5.2. Equipos	33
7.6 HIGRÓMETROS	33
7.6.1. Equipos	33
8. ACTIVIDADES ADICIONALES	34
9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	39
10. CONCLUSIONES	42
11. RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA	44

ÍNDICE DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Procedimiento de calibración de balanzas	16
Tabla 2. Componentes de calentador de plaquetas	22
Tabla 3. Relación de componentes del control de olla esterilizadora	24

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Circuito de calentador de plaquetas	22
Figura 2. Fuente de alimentación de Control de olla esterilizadora	23
Figura 3. Circuito controlador de olla esterilizadora	23

RESUMEN

El presente proyecto contiene un compendio de las principales actividades desarrolladas durante el transcurso de la pasantía en el área de mantenimiento de la Clínica Proinsalud S.A. Las tareas aquí especificadas competen al mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos pertenecientes a las áreas de Consulta Externa y Especializada, Urgencias, Imagenología, Quirófano, Promoción y Prevención, Laboratorio, Farmacia y Bodega de Farmacia, Nutrición y Terapia Física; la calibración de tensiómetros, básculas, termómetros, micropipetas y tallímetros.

Además, se incluye actividades adicionales, como instalación de equipos, instrucciones de funcionamiento, ajuste de parámetros, actualización de hojas de vida, diseños de nuevos equipos e implementaciones para mejorar los existentes.

ABSTRACT

The present project contains a compendium of the principal activities developed during the course of the internship in the area of maintenance of the Clinic Proinsalud S.A. The tasks here specified competen to the preventive maintenance and correction of the biomedical equipments belonging to the areas of External and Specializing Consultation, Urgencies, Imagenology, Operating room, Promotion and Prevention, Laboratory, Drugstore and Warehouse of Drugstore, Nutrition and Physical Therapy; the calibration of tensiometers, scales, thermometers, micropipettes and meters.

Besides, additional activities are included, as installation of equipments, instructions of functioning, adjustment of parameters, update curriculum, designs of new equipments and implementations to improve the existing ones.

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Electrónica, es una carrera que puede abrirse campo en muchas áreas dentro la sociedad actual, ya que, hoy en día todos los procesos se encaminan a la optimización a través del uso de nuevas tecnologías, que requieren personal capacitado en el desarrollo, uso y mantenimiento de éstas. Así por ejemplo, en la Medicina, el progreso científico ha incluido a los equipos biomédicos como un elemento indispensable en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, y de esta forma, se ha dado la oportunidad a profesionales de la electrónica de participar en esta área de la ciencia.

El creciente uso de los equipos biomédicos en las entidades prestadoras de servicios de salud, hace necesario además, conocer el valor del mantenimiento y calibración de los mismos, para asegurar su buen funcionamiento y brindar así seguridad, tanto a los pacientes como a los profesionales de la salud, para ello, las instituciones prestadoras de servicios de salud, deben estar en un continuo proceso de actualización sobre el manejo de la tecnología, a través de la capacitación del personal encargado y de la vinculación de nuevo personal calificado.

Dentro del ámbito académico, las prácticas representan una ayuda notoria a los estudiantes para comprender con profundidad los conocimientos teóricos vistos en las aulas de clase, así, las pasantías, son una oportunidad para conocer el ámbito laboral y desempeñarse en situaciones comunes en la sociedad. Dentro de la práctica de la Electromedicina, la continua realización de las labores de mantenimiento, ajuste y calibración de equipos biomédicos, desarrolla las habilidades personales en este campo, dando al individuo un amplio conjunto de conocimientos para resolver problemas presentados referentes a los equipos biomédicos.

En el presente proyecto se registran las actividades de mantenimiento y calibración de equipos biomédicos desarrolladas en la clínica Proinsalud S.A., en las cuales se puede evidenciar la aplicación de la Electrónica en los ambientes hospitalarios.

1. REFERENTES DEL PROYECTO

1.1 TÍTULO DEL PROYECTO

MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA CLÍNICA PROINSALUD

1.2 MODALIDAD

Este proyecto se encuentra dentro de la modalidad e Pasantía laboral, estipulada en el artículo 1º del Acuerdo No. 043 de 2002, Reglamento de Trabajo de Grado en la Facultad de Ingeniería.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar labores de mantenimiento, ajuste y calibración de equipos biomédicos conjuntamente con los ingenieros del área de mantenimiento de la clínica Proinsalud.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar y asimilar los métodos de calibración que se utilizan en los equipos de verificación y control de la clínica.
- ✓ Conocer el ambiente laboral de un área de mantenimiento para equipos biomédicos y adquirir experiencia en el desempeño de las labores ahí realizadas.
- ✓ Contribuir al mejoramiento del manejo de la tecnología biomédica, mediante sugerencias y aportes que surjan durante el transcurso del proyecto

3. MARCOS

3.1 MARCO CONCEPTUAL

El presente proyecto requiere del conocimiento de algunos conceptos médicos¹, y de tecnología aplicada en la Medicina². Estos son los siguientes:

Atención de salud. Se define como el conjunto de servicios que se prestan al usuario en el marco de los procesos propios del aseguramiento, así como de las actividades, procedimientos e intervenciones asistenciales en las fases de promoción y prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación que se prestan a toda la población.

Báscula. Aparato que sirve para medir pesos.

Calibración. Comparación de un sistema o dispositivo de exactitud desconocida con una de exactitud conocida para detectar, correlacionar, reportar o eliminar por ajuste cualquier variación en relación con los límites de funcionamiento requeridos del sistema o dispositivo de medida no verificado.

Condiciones de capacidad tecnológica y científica. Son los requisitos básicos de estructura y de procesos que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud por cada uno de los servicios que prestan y que se consideran suficientes y necesarios para reducir los principales riesgos que amenazan la vida o la salud de los usuarios en el marco de la prestación del servicio de salud

Equipo biomédico. Cualquier instrumento, aparato, artefacto u otro artículo similar o relacionado, utilizado solo o combinación, incluyendo sus componentes, partes, accesorios y programas informáticos que intervengan en su correcta aplicación según las especificaciones el fabricante para su uso en:

- ✓ Diagnóstico, control, tratamiento curativo o paliativo, alivio o compensación de una lesión o una deficiencia, o prevención de una enfermedad, trastorno o estado físico anormal de sus síntomas en un ser humano.
- ✓ Investigación, sustitución o modificación de la anatomía en un proceso fisiológico.
- ✓ Restauración, corrección, o modificación de una función fisiológica o estructura del ser humano.
- ✓ Cuidado de seres humanos durante el embarazo, nacimiento, y después del mismo, incluyendo el cuidado del recién nacido.
- ✓ Implementos de ayuda sexual.
- ✓ Equipos y elementos especializados en calibración de equipos biomédicos.
- ✓ Equipos de desinfección de dispositivos médicos.

¹ SELECCIONES DEL READER'S DIGEST. Diccionario Médico Familiar. Segunda Edición. San Mateo Tecoloapan, México. Reader's Digest. 1983.

² COLOMBIA. SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SALUD. Instrucciones y procedimientos para gestión de tecnología y gestión de los equipos en las IPS. Anexo Técnico. Bogotá: 2005.

- ✓ Examen in vitro de muestras derivadas de cuerpo humano y que no cumple su acción básica prevista en o sobre el cuerpo humano por medio farmacológicos, inmunológicos o metabólicos, pero que puede ser asistido en sus funciones por dichos medios.

Higrómetro. Instrumento que sirve para determinar la humedad del aire atmosférico, aprovechando el cambio de longitud de una fibra orgánica (cabello) según la absorción de humedad. La fibra tiende a acortarse en aire seco; el dispositivo muestra el cambio al desplazar un puntero en un dial calibrado para dar lecturas de porcentajes relativos de humedad. Este tipo de higrómetro sólo da una indicación aproximada y no se usa para determinaciones cuantitativas precisas.

Mantenimiento. Es el conjunto de actividades desarrolladas con el fin de conservar las propiedades (inmuebles, equipos, instalaciones, herramientas, etc.), en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico, previniendo daños o reparándolos cuando ya se hubieran producido.

Mantenimiento preventivo. Programación de una serie de inspecciones (de funcionamiento y de seguridad), ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan y no a una demanda del operario o usuario. Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas, equipos e instalaciones en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

Mantenimiento correctivo. Consiste en corregir las fallas, cuando éstas se presentan, usualmente sobre una base no planificada, dando cumplimiento a la solicitud del operario o usuario del equipo dañado.

Patrón. Modelo que sirve de muestra para sacar otra cosa igual.

Tensiómetro. Aparato constituido por un manguito de tela u otro material que se llena de aire, y por un medidor de la presión del aire introducido en el manguito. Cuando la presión del manguito se iguala a la presión arterial se comienza a percibir el latido del pulso; en este momento el valor indicado en el medidor de presión corresponde a la presión arterial sistólica. A continuación, se procede a desinflar gradualmente el manguito, la presión a la que dejen de percibirse los latidos será la presión diastólica.

Termómetro. Instrumento empleado para medir la temperatura. El termómetro más utilizado es el de mercurio, formado por un capilar de vidrio de diámetro uniforme comunicado por un extremo con una ampolla llena de mercurio. El conjunto está sellado para mantener un vacío parcial en el capilar. Cuando la temperatura aumenta, el mercurio se dilata y asciende por el capilar. La temperatura se puede leer en una escala situada junto al capilar.

3.2 MARCO REFERENCIAL

El avance continuo de la sociedad demanda cada día una evolución en la calidad de los servicios; siendo la salud uno de los más relevantes, los parámetros de calidad de éstos han sido motivo de grandes reformas en los últimos años. Así, los entes gubernamentales como la presidencia de la República, el ministerio de la Protección Social y la Superintendencia de Salud, y aún algunas

entidades privadas han publicado documentos donde se especifican los cambios pertinentes que propenden al mejoramiento de estos servicios.

Por ejemplo, en el Decreto 1011 de 2006³, por el cual se establece el Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención de Salud del Sistema General de Seguridad Social en Salud, se define la capacidad tecnológica y científica que deben cumplir las entidades prestadoras de servicios de salud, haciendo referencia al uso imprescindible de los equipos biomédicos en el control de estado de los pacientes.

Así mismo en la resolución 1043 de 2006⁴, se establecen los estándares de habilitación de los servicios de salud y hace necesario la implementación de un programa de auditoría en los establecimientos de salud, que asegure el mejoramiento continuo de los procesos. Aquí se fundamenta el uso de registros escritos, como una estrategia que permite la evaluación de los procesos de una entidad, incluyendo los correspondientes al mantenimiento de equipos.

Dentro de estos documentos, el mantenimiento y calibración de los equipos biomédicos de una forma programada constituye un tópico fundamental, debido a las ventajas que produce en cuanto al aspecto técnico, garantizando el buen funcionamiento de los equipos; en el aspecto económico, manteniendo bajos los costos de operación de la entidad, a través de la prevención de fallas en los equipos, y sobretodo en el aspecto social brindando confianza a los clientes que hacen uso de los servicios de salud.

La Superintendencia Nacional de Salud, por su parte en su publicación “Instrucciones y procedimientos para gestión de tecnología y gestión de equipos en las IPS”⁵, destaca también las ventajas del mantenimiento preventivo en la determinación de causas de las fallas repetitivas, del tiempo de operación seguro de un equipo, y en la apreciación de los puntos débiles, a través de una organización logística establecida para las labores de mantenimiento.

Dentro de este contexto, la clínica Proinsalud S.A., atendiendo a estas disposiciones del gobierno y aún avanzando a un nivel más alto dado por los parámetros establecidos en la norma ISO 9001:2000, ha permitido el desarrollo continuo del área de mantenimiento. Así, el presente proyecto constituye un compendio de las principales labores desarrolladas que implican el cumplimiento de las normas con respecto al uso y cuidado de los equipos biomédicos dentro de una institución prestadora de servicios de salud, como lo es la clínica Proinsalud S.A..

³ COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1011 de 2006. Bogotá: 3 de abril de 2006. 17p.

⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 1043 de 2006. Bogotá: 2006. 3p.

⁵ COLOMBIA. SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SALUD. Op. Cit.

4. AREA DE MANTENIMIENTO PROINSALUD S.A.

La clínica Proinsalud S.A. es una institución prestadora de servicios de salud; cuenta con las áreas de Consulta Externa y Especializada, Urgencias, Imagenología, Quirófano, Odontología, Promoción y Prevención, Farmacia y Bodega de Farmacia, Nutrición y Terapia Física, en donde se busca un alto nivel de satisfacción de los clientes, a través del cumplimiento y mejora de los estándares de calidad de la empresa.⁶

El área de mantenimiento como un proceso de apoyo de recursos tiene como objetivo principal el garantizar que los equipos biomédicos funcionen de acuerdo con las especificaciones del fabricante, a través del cumplimiento de los planes mantenimiento preventivo y de calibración. Para ello se han asignado recursos como los patrones de calibración, equipos de calibración, repuestos, herramientas y equipos de mantenimiento.⁷

Según la planeación operativa del área las actividades críticas, donde se plantea mecanismos de control y evaluación son:

- Demora en la atención de la solicitud.
- Inmunización de posibles enfermedades
- Diligenciamiento de requisitos
- Brindar atención humanizada por parte del personal de mantenimiento.
- Cumplir con los planes de verificación y mantenimiento preventivo.

Los procesos de control y evaluación, están a cargo del Sistema de Gestión de Calidad, el cual se encarga de analizar constantemente los procesos internos, revisar las desviaciones en los planes propuestos, y planificar a futuro las actividades, llevando una supervisión mediante la comparación de los aspectos más relevantes.

La clínica, a través de las diferentes estrategias para mejorar los parámetros de calidad, ya ha conseguido la certificación de acuerdo con la norma ISO 9001:2000 de algunas áreas y se encamina a la acreditación total. Dentro de este contexto, el área de mantenimiento, cumple un papel importante dentro de la calidad de los servicios, ya que como un proceso involucrado con todas las áreas, abarca una amplia variedad y cantidad de equipos, cuyo buen funcionamiento se garantiza a través de supervisiones técnicas y el manejo adecuado de la información correspondiente, a través de formatos de hojas de vida que contienen las características y registros de procedimientos para cada equipo.

Los equipos biomédicos, por estar comprometidos directamente con el diagnóstico e intervención de los pacientes, tienen una mayor prioridad en cuanto a los procedimientos que garanticen su correcto desempeño, ya que de ello depende la salud y en algunos casos la vida de los clientes de la entidad.

⁶ PROINSALUD S.A. Manual de documentos. Pasto: Proinsalud S.A., 2005. p.1

⁷ Ibid., p. 10.

Por otra parte, teniendo en cuenta los objetivos de la planeación estratégica⁸ del área de mantenimiento, se requiere el cumplimiento total de los planes de mantenimiento preventivo y calibración, y además se propende por la disminución del tiempo de respuesta entre la solicitud y la revisión del equipo en el caso del mantenimiento correctivo, lo cual se efectúa por la acción conjunta del personal calificado que labora en esta área, que está compuesto por un ingeniero de sistemas, un ingeniero electrónico, un ingeniero mecánico y un técnico auxiliar.

Los equipos biomédicos con que cuenta esta institución se refieren en el anexo 1 de este proyecto.

⁸ Ibid., p.30.

5. METODOLOGÍA

El desarrollo del presente proyecto de pasantía, se llevo a cabo en las instalaciones de la sede principal de Proinsalud S.A., especialmente en el área de mantenimiento, y las actividades realizadas concuerdan con la planificación especificada en el cronograma de mantenimiento preventivo y calibración de la empresa, además de esto se efectuaron los mantenimientos correctivos que se presentaron durante las horas laborales.

Los equipos biomédicos que competen en el diagnóstico, intervención o tratamiento del paciente, están distribuidos en la clínica en las áreas de de Consulta Externa y Especializada, Urgencias, Imagenología, Promoción y Prevención de Salud, Terapia física, Cirugía, Hospitalización y Laboratorio. Para la realización de las labores de mantenimiento, los equipos fueron trasladados al área de mantenimiento ubicada en la parte superior del edificio, donde se dispone de los elementos necesarios para efectuar los procesos, esto a excepción de aquellos equipos que debido a su tamaño o condición presenten dificultades para ello.

Asimismo, de acuerdo con los requerimientos de control de calidad de la empresa, se documentó todos los procedimientos realizados, así, para el caso de mantenimiento preventivo se anotaron todas las actividades técnicas desarrolladas en las hojas de vida correspondientes y en cuanto al mantenimiento correctivo, se registró una solicitud de mantenimiento, además de las observaciones en la hoja de vida.

Además de lo ya mencionado, se presentaron circunstancias adicionales como la adquisición de nuevos equipos o el eventual traslado de ellos, en lo cual se colaboró con las labores de instalación y actualización de la información, tanto en el inventario de los equipos biomédicos como en las hojas de vida correspondientes.

El correcto desempeño de la pasantía, fue evaluado a través de informes técnicos bimestrales, donde se detallaron las actividades desarrolladas en cada lapso.

6. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS

El mantenimiento de los equipos biomédicos en las entidades prestadoras de servicios de salud, es un requisito fundamental para asegurar el buen funcionamiento de éstos, que a su vez garantiza la calidad en los procedimientos médicos.

6.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las actividades desarrolladas dentro de este tipo de mantenimiento, son: la inspección; que consiste en la comprobación del estado y el funcionamiento del equipo; y el mantenimiento en sí que abarca la limpieza, lubricación y ajuste para reducir el desgaste de partes y asegurar condiciones de salida óptimas en el uso habitual del equipo.

Para lo anterior, la clínica Proinsalud S.A., ha elaborado una programación anual de mantenimiento para los equipos biomédicos, compuesta por un cronograma de actividades para cada área donde se manipulan estos equipos.

En el desarrollo de la pasantía, la estudiante tuvo la oportunidad de realizar las labores de mantenimiento preventivo que siguen:

- ✓ **Equipo:** Bomba de succión
Área(s): Quirófano

Remoción de residuos de sangre y aceite, verificación de funcionamiento de motores, revisión de presiones críticas, prueba de control de encendido automático.

- ✓ **Equipo:** Electrocardiógrafo
Área(s): Urgencias/Hospitalización

Ajuste de parámetros de la onda PQRS por medio de simulador de pacientes, verificación de estado del cable de paciente y eliminación de residuos de gel conductor en el mismo, comprobación de una adecuada conexión eléctrica, prueba de impresión para ajuste de aguja y dispensación de papel.

- ✓ **Equipo:** Horno de secado
Área(s): Laboratorio

Limpieza de bandejas, verificación de fluido eléctrico y estado de resistencias.

- ✓ **Equipo:** Lámpara Cielítica
Área(s): Quirófano

Verificación de movimientos, limpieza de focos, ajuste de enfoque y luminosidad, comprobación de adecuada conexión eléctrica.

- ✓ **Equipo:** Máquina de Anestesia
Área(s): Quirófano

Realización de auto-test y prueba de fugas, limpieza de filtro de aceite, cambio de soda caústica de filtro de aire, revisión de válvulas, cambio de válvula exhalatoria, cambio de filtro de aire, cambio de trampas de agua, cambio de sensor de oxígeno

- ✓ **Equipo:** Mesa de cirugía
Área(s): Quirófano

Prueba de movimientos, lubricación de partes móviles, verificación de mecanismo de control.

- ✓ **Equipo:** Microscopio
Área(s): Laboratorio

Verificación de enfoque y luminosidad, limpieza de carcasa, lentes y filtro azul, lubricación de partes móviles.

- ✓ **Equipo:** Monitor de signos vitales
Área(s): Urgencias/Hospitalización/Quirófanos

Realización de auto-test propio de cada equipo, revisión de sensor y cable de saturación O₂, revisión de brazalete de tensión arterial, vías de aire y conexión, ajuste de parámetros de la onda PQRS por medio de simulador de pacientes, verificación de estado de cable de paciente y electrodos del mismo, prueba de alarmas y ajuste de nivel de alarmas, comprobación de una adecuada conexión eléctrica

- ✓ **Equipo:** Monitor fetal anteparto
Área(s): Hospitalización

Remoción de residuos de gel ultrasónico de los electrodos, verificación de estado de electrodos y cables, ajuste de alarmas y periodos de examen, limpieza de carcasa, comprobación de conexión eléctrica.

- ✓ **Equipo:** Neveras
Área(s): Laboratorio

Limpieza de radiador, verificación de la conexión eléctrica y ajuste de temperatura.

- ✓ **Equipo:** Respirómetro
- Área(s):** Almacén

Limpieza de filtro de aire, revisión de tarjeta electrónica, verificación de fluido eléctrico.

Las anteriores actividades están registradas en las hojas de vida de los equipos correspondientes, de acuerdo con las fechas indicadas en el cronograma de actividades.

6.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este tipo de mantenimiento corresponde a las reparaciones pertinentes que se han de hacer a un equipo cuando este presenta fallas y se realiza a partir de una solicitud de mantenimiento por parte de la persona a cargo del equipo, dicha solicitud es un formato previamente establecido por el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa.

Los tipos de fallas presentados en los equipos, dependen de la fase del tiempo de aprovechamiento en que se encuentren los mismos, así:

La primera fase se caracteriza por fallas debido a defectos de fabricación e instalación, y deberá ser cubierta con la garantía de la empresa proveedora o instaladora del bien. La segunda fase es normalmente el período donde la máquina trabaja sin fallas, el caso de deficiencia es ocasional y por eso la frecuencia de falla es constante por razones de estadística. La tercera fase se caracteriza por la edad del bien, y por eso las fallas típicas son causadas por desgaste de los componentes del bien, este porcentaje aumenta hasta cierto nivel, cuando todos los componentes del bien son reemplazados.⁹

Durante el desarrollo de la pasantía las actividades más sobresalientes en cuanto al mantenimiento correctivo fueron:

- ✓ **Equipo:** Calentador de sangre
- Área(s):** Laboratorio
- Diagnóstico:** Equipo no calienta adecuadamente
- Corrección:** Cambio de resistencia y control de temperatura.

- ✓ **Equipo:** Electrobisturí
- Área(s):** Quirófano
- Diagnóstico:** Daño en el conector macho de 10 pines
- Corrección:** Arreglo de cable

- ✓ **Equipo:** Equipo de oftalmología
- Área(s):** Consulta Externa
- Diagnóstico:** Falla en el mecanismo de movimiento de la silla
- Corrección:** Cambio del motor.

⁹ La Gerencia en la Administración del Mantenimiento Hospitalario [en línea] disponible en : <www.gerenciasalud.com/art198.htm>

- ✓ **Equipo:** Olla esterilizadora
Área(s): Laboratorio
Diagnóstico: Mal funcionamiento de partes
Corrección: Reemplazo de partes dañadas, ajuste de tapa

- ✓ **Equipo:** Regulador de voltaje
Área(s): Quirófano
Diagnóstico: Mala regulación del voltaje de salida por daño causado por golpe
Corrección: Ajuste de partes y revisión de tarjeta electrónica

Además de estas actividades también se efectuó el cambio de dispositivos fácilmente reemplazables como lámparas halógenas en los negatoscopios, bombillos en las lámparas cielíticas, sensor de piel en las incubadoras, filtros de aire en ventilador y máquinas de anestesia.

7. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS BIOMÉDICOS

Según las normas para la gestión de la calidad ISO 9001: 2000, las entidades de salud deben establecer una programación que controle y demuestre periódicamente que sus instrumentos de medida se encuentran calibrados y mantener documentos que describan los procedimientos de calibración y los criterios de aceptación, así como informes que contengan datos de la calibración.

La calibración de los equipos biomédicos de la institución se realiza con el fin de garantizar la precisión en las medidas, de modo que los especialistas en salud puedan presentar un diagnóstico adecuado, de acuerdo con el análisis de los datos obtenidos, asegurando así, la calidad de la atención de la salud al paciente.

Los requerimientos para el control de los dispositivos de seguimiento y medición, se especifican dentro del Manual de Calidad de la empresa, y son los siguientes:

- Programa de calibración y/o verificación, listado de equipos.
- Patrones que permiten realizar la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales
- Para métodos de calibración propios, respaldo estadístico que avale el procedimiento.
- Procedimientos e instructivos para ajuste y reajuste de equipos.
- Establecer rótulo de calibración y registro en la hoja de vida.
- Medidas preventivas para lo que pueda alterar la medición.
- Para verificación o calibración externa, los resultados del proveedor de servicios son anexados a la hoja de vida.
- Detección de un equipo sin los requisitos esperados, genera no conforme para evaluar el impacto y tomar medidas preventivas.
- Para equipos con software, actividades y mecanismos de control para tener seguridad en los resultados.¹⁰

Los métodos de calibración utilizados dentro de la institución son el de comparación directa con un patrón, en el cual se comparan valores proporcionados por el equipo o instrumento de medida, al medir uno o varios patrones de los que conocemos los valores de las medidas deseadas; y el de sustitución, donde un equipo se calibra directamente con el patrón y éste a su vez se toma como referencia para la calibración de equipos similares. Este último método se emplea para facilitar la calibración, cuando el uso del patrón presenta complicaciones.

La calibración de equipos obedece a rutinas repetitivas previamente establecidas de acuerdo con las normas de calibración, estos procedimientos se encuentran documentados en la planificación de la medición, contenida en el Manual de Documentos del área de Mantenimiento.¹¹

¹⁰ PROINSALUD S.A. Manual de Calidad. Pasto: Proinsalud S.A., 2005. p.20

¹¹ PROINSALUD S.A. Manual de documentos. Op cit., p.42

7.1 CALIBRACIÓN DE BALANZAS

El método utilizado para la calibración de balanzas es el de comparación directa con un patrón, que en este caso se trata de pesas certificadas.

7.1.1. Procedimiento. Se debe verificar que la balanza a calibrar se encuentre en buen estado, es decir debe estar limpia y ubicada en un sitio libre de vibraciones y fuentes de calor.

En este proceso se utilizan las pesas patrón, las cuales deben ser preparadas previamente, mediante su limpieza en una mezcla de éter y alcohol, y se han de dejar estabilizar en las condiciones del recinto de calibración 12 horas antes de efectuarse el proceso.

Durante la calibración se debe asegurar la estabilidad de las condiciones ambientales tales como la temperatura (aprox 20°C), así como de presión atmosférica y humedad.

7.1.2. Proceso de calibración. La calibración se debe realizar en un número de puntos de la escala de la balanza comprendido entre 5 y 10, los cuales deben estar distribuidos de tal forma que el campo de medida quede dividido en intervalos aproximadamente iguales.

Para efectuar la calibración en cada punto se puede utilizar una pesa patrón o bien utilizar varias pesas cuya suma proporcione valores nominales no normalizados por la OIML (Organización Internacional de Metrología Legal). Por ejemplo donde se dispone de una balanza monoplato electrónica con un campo de medida de 100 g y pesas patrón (m_{pat}) de 10, 20, 50 y 100 g, los puntos de calibración serían 10, 20, 30 (10+20), 40 (20+20), 50, 60 (50+10), 70 (50+20), 80 (50+20+10), 90 (50+20+20) y 100 g.

En cada uno de los puntos se deben efectuar 10 medidas de la pesa patrón (o combinaciones de las pesas patrones) con la balanza a calibrar. Estas medidas pueden hacerse, por ejemplo, haciendo 10 series de pesadas. En cada serie se pesa cada vez una de las pesas (o combinación de ellas) alternativamente en sentido ascendente o descendente. De esta manera la variabilidad de los resultados recoge más fuentes de variación que si se efectúan las 10 pesadas seguidas en cada punto de calibración. Para cada una de las diez pesadas individuales en cada uno de los 10 puntos de calibración se puede calcular la desviación entre el valor generado (correspondiente a la pesa patrón) y el valor encontrado (proporcionado por la balanza), mediante la siguiente ecuación:

$$desviación = m - m_{pat}$$

Para cada uno de los diez puntos de calibración, se puede calcular el valor medio de las 10 lecturas para cada pesa patrón, es decir, el valor medio de la masa aparente ($\overline{m_{a,i}}$) y la desviación estándar de las 10 lecturas obtenidas para cada pesa patrón ($S_{m_{a,i}}$)

Finalmente, se puede calcular para cada punto de calibración, la corrección o desviación respecto al valor generado:

$$\text{corrección} = \bar{m}_i - m_{pat}$$

Donde \bar{m}_i es el valor medio corregido de las 10 lecturas de la pesa patrón para el punto de calibración i .

7.1.3. Equipos. Para la calibración de básculas la clínica cuenta con patrones de pesas individuales de 0.5 kg (2), 1 kg (2), 5 kg (1), 10 kg (1) y 20 Kg (6), con las cuales se realizan las combinaciones adecuadas para lograr los puntos de medición dependiendo del rango y escala de cada equipo.

Las básculas existentes dentro de la clínica Proinsalud son básicamente de dos tipos; pediátricas y de adulto. Las primeras tienen un rango de aplicación de 1 a 15 kg y se calibran con el ajuste de una pesa propia de la báscula en una condición de equilibrio.

Las básculas de adulto tienen tres formas de calibración, dependiendo del tipo y las diferentes disposiciones del fabricante, así:

Marca	Calibración
Health O Meter	Ajuste de resorte
Soehnle	Variación de tornillo con llave Allen
Tanita	Ajuste de potenciómetro

Tabla 1. Procedimiento de calibración de balanzas

7.2 CALIBRACIÓN DE TENSIÓMETROS

La calibración de tensiómetros se realiza por el método de sustitución, ya que el patrón certificado de la empresa, que es el banco de presión, usa agua destilada como líquido para transmitir presiones, y por lo tanto presenta en ocasiones desbordamiento de la misma.

Para evitar los inconvenientes inherentes al uso del patrón, se calibra un tensiómetro de columna de mercurio por comparación directa con el patrón, y éste a su vez se usa como referencia para la calibración de los demás tensiómetros.

7.2.1. Procedimiento. El primer criterio para escoger el patrón es el rango del manómetro a calibrar (máximo valor de su escala) y luego su clase si la tiene especificada o se estima de acuerdo con su presentación.

Para verificar si el patrón escogido y el montaje de calibración son los adecuados, se establece un índice de calidad (Q) que relaciona la tolerancia del manómetro a probar con la exactitud del patrón, así:

$$Q = \frac{T}{IC}$$

Donde IC es la incertidumbre de calibración. Si el patrón está bien seleccionado Q debe ser mayor a 4.

7.2.2. Proceso de calibración.

1. Calibrar el manómetro de columna de mercurio, de modo que concuerde exactamente con el patrón certificado, que corresponde al banco de presión
2. Definir apreciación (resolución) del manómetro a calibrar, teniendo en cuenta la división mínima de escala y el ancho de la aguja.
3. Efectuar el montaje de los manómetros, retirar mangueras del brazalet del tensiómetro a calibrar y conectar la pera por medio de una T, al patrón por sustitución y al tensiómetro a calibrar, de modo que la presión que llegue a ambos sea la misma.
4. Tomar lecturas ascendentes y dejar presurizado en máximo rango 15 minutos, luego tomar lecturas descendentes en los mismos puntos de presión.
5. Calcular los errores por alinealidad (Err) e histéresis (H)

$$Err = P_r - N_0$$

Donde N_0 es la medición correspondiente al tensiómetro de columna de mercurio.

$$H = P_r(\text{bajada}) - P_r(\text{subida})$$

6. Clasificar el instrumento, tomando entre todos los errores el mayor por alinealidad y el mayor por histéresis
7. Realizar análisis de error para definir si se requiere ajustar.
8. Luego de realizar los ajustes pertinentes, se repite la calibración y se verifica la clase final del instrumento.

7.2.3. Equipos. El patrón utilizado por sustitución para la calibración de tensiómetros es el tensiómetro de columna de mercurio previamente calibrado con el banco de presión.

Los tensiómetros con que cuenta la clínica consisten básicamente en una pequeña galga que se elonga dependiendo de la presión de aire para las marcas Welch Allyn, ALPK2 y tensiómetro de pared. La calibración de estos equipos se realiza mediante el ajuste de dos pequeños tornillos ubicados en la parte interna.

7.3 CALIBRACIÓN DE PIPETAS

El método utilizado es el de comparación directa con el patrón.

7.3.1. Proceso de calibración.

1. Escoger la pipeta que más se ajuste al volumen requerido y utilizar la punta correspondiente.
2. Observar que las puntas estén en buen estado, ya que las grietas, bordes o superficies ásperas llevan resultados incorrectos). En las pipetas que tienen dos topes es aconsejable aspirarlos ambos y dispensar uno, con el fin de evitar que se quede muestra en la punta o se formen burbujas.
3. Pesarse un recipiente de vidrio de boca angosta, en la balanza analítica y determinar su peso mínimo con dos cifras decimales.
4. Con la micropipeta a calibrar, dispensar cuidadosamente el volumen de agua destilada en el recipiente previamente pesado y anotar la lectura.
5. Repetir el anterior paso 20 veces.
6. Calcular la diferencia de peso entre cada una de las pesadas (20 datos). Obtener la media aritmética del peso.
7. Calcular la media \bar{X} , la exactitud E y el coeficiente de variación CV

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Donde x_i es el resultado de las pesadas y n el número de pesadas.

Volumen medio (\bar{V})

$$\bar{V} = \bar{X} \cdot Z$$

Factor de corrección (Z)

Por ejemplo, 1,0029 $\mu\text{l}/\text{mg}$ a 20 °C, 1013 hPa

Exactitud ($E\%$)

$$E\% = \frac{\bar{V} - V_0}{V_0} \times 100$$

Donde V_0 es el volumen nominal

$$S = Z \cdot \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Coeficiente de variación (CV)

$$CV\% = \frac{100 \cdot S}{\bar{V}}$$

7.3.2. Equipos. El equipo tomado como patrón para la calibración de micropipetas es la báscula analítica, la cual tiene una precisión 0,001 mg.

La clínica cuenta con 14 micropipetas marca Brand, que se encuentran en el área de Laboratorio y cuya calibración se realiza mediante el ajuste de un tornillo con una llave Allen.

7.4 CALIBRACIÓN DE TALLÍMETROS Y CINTAS MÉTRICAS

Se utiliza el método de comparación directa con el patrón

7.4.1. Proceso de calibración.

1. Iniciar el proceso de calibración con el rango de medición del tallímetro a calibrar.
2. Tomar los datos y consignarlos
3. Determinar el error de la medición.

$$Error = \text{Lectura tallímetro} - \text{Lectura patrón}$$

4. Encontrar el error máximo y mínimo e la medición
5. Si el error es mayor a 2 cm, dar de baja el tallímetro o cinta métrica,

7.4.2. Equipos. El patrón de esta clase de instrumentos es el flexómetro. Los tallímetros de la clínica están elaborados en fibra de vidrio y están alineados y adheridos a la pared de cada consultorio.

7.5 CALIBRACIÓN DE TERMÓMETROS

Se utiliza el método de comparación directa con el patrón.

7.5.1. Proceso de calibración.

1. Colocar el equipo en un lugar fresco, alejado de la luz directa.
2. Iniciar el proceso de calibración con el rango de medición del termómetro a calibrar.

3. Tomar los datos de lectura
4. Determinar el error de la medición.

$$Error = Lectura - Lectura patrón$$

5. Encontrar el error máximo y mínimo de la medición
6. Realizar los ajustes pertinentes si es posible, de lo contrario desechar el equipo y reemplazarlo por uno nuevo.

7.5.2. Equipos. Como patrón de calibración se utiliza un flexómetro. Los tallímetros son elaborados en fibra de vidrio y se encuentran clavados a la pared en los consultorios de Consulta Externa, Consulta Especializada, Promoción y Prevención y Urgencias.

7.6. HIGRÓMETROS.

7.6.1. Equipos. Estos equipos, son utilizados principalmente en las áreas de Farmacia y Bodega de Farmacia, donde es necesario verificar los parámetros de humedad del ambiente para garantizar la conservación de los medicamentos.

La clínica, no cuenta con un patrón certificado para realizar la calibración de dichos equipos, sin embargo se efectúan verificaciones periódicas de las medidas proporcionadas por estos equipos humedeciendo el filamento al 100% de agua.

Los equipos con que cuenta la clínica son equipos análogos de marca Lufft.

8. ACTIVIDADES ADICIONALES

Además de las labores de mantenimiento preventivo y correctivo, la pasante realizó actividades que propendieron al mejoramiento de los servicios prestados por la empresa y que surgieron de las necesidades manifiestas de los empleados o por solicitud del Ing. Juan Carlos Enríquez como encargado de los equipos biomédicos.

✓ **Instalación de equipos**

Para la eventual compra de nuevos equipos, fue necesaria la recepción de los mismos por parte de personal técnico que certifique el buen estado físico y funcionamiento que los proveedores ofrecían. Así, se hizo con los calentadores de sangre y con el equipo de frío, para el cual también se colaboró en la instalación.

También, debido a una movilización del equipo de endoscopia, fue preciso colaborar en la reinstalación del mismo.

✓ **Asistencia a mantenimientos**

La asistencia al mantenimiento de los equipos por parte de los proveedores o de personal con capacitación específica acerca algunas áreas, permitió el incremento de los conocimientos acerca del manejo y cuidado de estos equipos; éste es el caso de los equipos de endoscopia, máquinas de anestesia, desfibriladores y monitores de signos vitales

✓ **Instrucciones de uso**

Debido a la solicitud de los operarios de los equipos de contar con un resumen de las principales instrucciones de éstos en español, que sirva como referencia para el uso cotidiano de estos; se requirió hacer una traducción resumida de los manuales de operación proporcionados por los proveedores para el caso del endoscopio y del monitor fetal anteparto

✓ **Ajuste de parámetros**

En algunas ocasiones, se presentaron inconformidades con los parámetros dados por los equipos, especialmente monitores de signos vitales y electrocardiógrafos, por lo cual se efectuaron revisiones y comparaciones con otros parámetros y en algunos casos se realizaron ajustes de los mismos.

✓ **Actualización de hojas de vida**

Al finalizar el año 2006 se hizo necesario una revisión de los datos que maneja el área de mantenimiento en cuanto a inventario de equipos biomédicos y registros de mantenimiento.

✓ **Elaboración de cronogramas de mantenimiento y calibración 2007**

Teniendo en cuenta la actualización de información correspondiente al año 2006, después de la evaluación efectuada a través del Sistema de Gestión de Calidad, se realizaron algunos cambios en la frecuencia de mantenimiento y calibración de algunos equipos y se modifican las fechas de mantenimiento para el año 2007.

✓ **Diseño y construcción de calentador de plaquetas**

Área(s): Laboratorio

Consistió en la elaboración de una caja metálica con un mecanismo eléctrico interno que garantizara el calentamiento de la lata superior donde estarían ubicadas las plaquetas con las muestras. El circuito implementado se muestra en la Figura 1, y en la Tabla 2 se especifican los componentes del mismo.

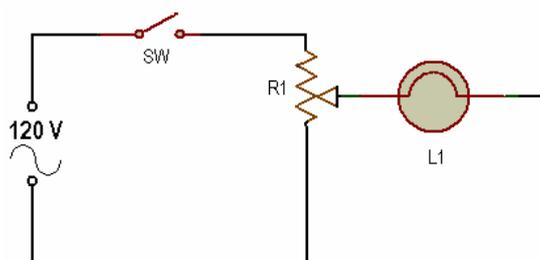


Figura 1. Circuito de calentador de plaquetas

Referencia	Descripción
L1	Bombillo 120V/100W
R1	Resistencia variable
SW	Switch SPDT

Tabla 2. Componentes de calentador de plaquetas

El aparato se acciona con el switch y se regula la temperatura con la perilla correspondiente a la resistencia variable.

✓ **Control automático olla esterilizadora**

Area(s): Laboratorio

Consistió en el diseño de un mecanismo que controlara las condiciones y tiempos de un ciclo de esterilización en esta clase de olla, mediante la inspección de las variables de tiempo, presión y temperatura. El proceso que maneja es el siguiente:

- Calentar el agua de la olla a través de la resistencia hasta alcanzar una temperatura de 121°F a una presión de 15 psi
- Mantener la temperatura y presión por 17 minutos

- Apagar la resistencia y dejar enfriar la olla

Cabe anotar, que para este proyecto únicamente se utilizó un sensor de temperatura ya que las variables de presión y temperatura son directamente proporcionales. El tiempo se regula con el microcontrolador.

Los esquemas de los circuitos electrónicos implementados para el proyecto se muestran en las Figuras 2 y 3, y en la Tabla 3 se especifican los componentes utilizados.

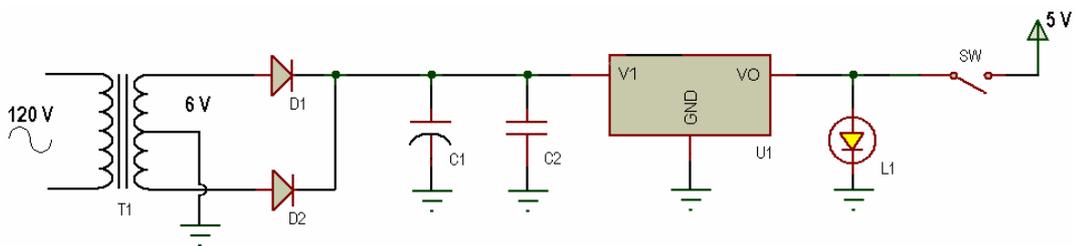


Figura 2. Fuente de alimentación de Control de olla esterilizadora

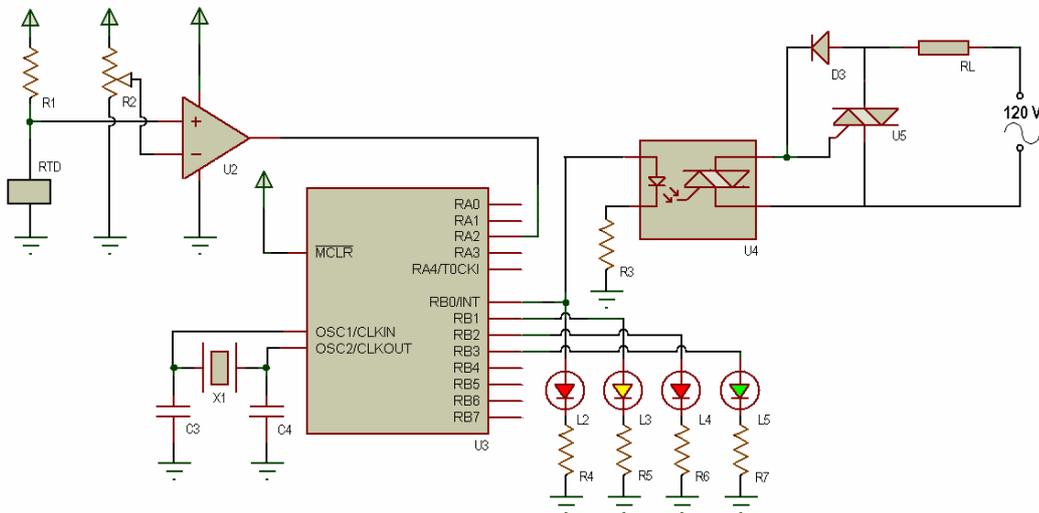


Figura 3. Circuito controlador de olla esterilizadora

Referencia	Descripción
C1	Condensador electrolítico de 2200 μ F
C2	Condensador cerámico de 1 nF
C3, C4	Condensadores cerámicos de 20 pF
D1, D2, D3	Diodos 1N4008
L1, L3	Leds color amarillo
L2, L4	Leds color rojo
L5	Led color verde
R1	Resistencia de 6,8 K Ω
R2	Dimmer de 10 K Ω
R3, R4, R5, R6, R7	Resistencias de 330 Ω
RL	Resistencia de potencia de la olla
RTD	Sensor de temperatura RTD
SW	Regulador de voltaje 7805
T1	Transformador de voltaje 120V – 6V AC
U1	Potenciómetro
U2	Amplificador operacional
U3	PIC 16F84A
U4	Optoacoplador con TRIAC
U5	TRIAC
X1	Cristal de 4 Mhz

Tabla 3. Relación de componentes del control de olla esterilizadora

Los indicadores, a través de los cuales el usuario puede conocer el estado del ciclo de esterilización, son:

- Equipo conectado (L1)
Indica la normalidad en la alimentación de los dispositivos del circuito.
- Resistencia encendida (L2)
Indica el estado correspondiente de la resistencia interna de la olla esterilizadora, es decir, su estado encendido, significa que la resistencia está encendida, en caso contrario se apaga.
- Temperatura y presión alcanzados, ciclo de 17 min en curso (L3)
Indica que se han cumplido las condiciones de 121 $^{\circ}$ F y 15 psi y que se ha iniciado el conteo de los 17 minutos correspondientes al tiempo de esterilización de los materiales.
- Ciclo finalizado (L4)
Indica que el ciclo de esterilización ha culminado correctamente. Una vez encendido este indicador debe apagarse la olla y esperar que bajen las condiciones de presión y temperatura.

- Fallo en el ciclo o ciclo sin finalizar (L5)
Indica que la esterilización aún no ha terminado o que ha habido un fallo y se ha interrumpido el ciclo.

Además, se analizaron las fallas más frecuentes, y se implementaron soluciones sencillas, así:

- ✓ Cuando se inicia el ciclo de esterilización sin agua, el controlador corre un temporizador de 40 minutos para detectar este fallo, al cumplir este tiempo, el ciclo se interrumpe automáticamente
- ✓ Cuando se presenta una falla en la alimentación el ciclo de esterilización se interrumpe, se enciende la señal de fallo y el funcionario debe volver a iniciar el ciclo
- ✓ Cuando ya se ha iniciado el conteo de los 17 minutos, si la presión o la temperatura decaen por debajo de los niveles permitidos, el ciclo se interrumpe y se enciende el indicador de ciclo sin finalizar.

9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Área	Actividad	Responsable	Cantidad de equipos	Septiembre				Octubre						
				4 - 9	11 - 16	18 - 23	25 - 30	2 - 7	9 - 14	17 - 21	23 - 28	30 - 31		
Todas	Especificación de las labores realizadas	Juan Carlos Enríquez	-											
Laboratorio	Mantenimiento preventivo neveras	Nadia Rosero	5											
Hospitalización	Calibración de báscula	Nadia Rosero, otros	1											
Urgencias médicas	Mantenimiento preventivo electrocardiógrafo	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1											
Hospitalización	Mantenimiento preventivo electrocardiógrafo	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1											
Hospitalización	Mantenimiento preventivo monitor de signos vitales	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	2											
Laboratorio	Calibración de báscula	Nadia Rosero, otros	1											
Quirófano	Mantenimiento preventivo máquinas de anestesia	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	2											
Quirófano	Mantenimiento preventivo mesas de cirugía	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	3											
Urgencias médicas	Calibración de básculas	Nadia Rosero, otros	4											
Laboratorio	Calibración de micropipetas	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	14											
Consulta especializada	Calibración de básculas	Nadia Rosero, otros	7											
Consulta Externa	Calibración de básculas	Nadia Rosero, otros	11											
Consulta especializada	Reinstalación equipo de endoscopia	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1											
Laboratorio	Diseño y construcción de calentador de plaquetas	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1											
	Realización primer informe	Nadia Rosero												

Área	Actividad	Responsable	Cantidad de equipos	Noviembre				Diciembre					
				1 - 4	6 - 11	13 - 18	20 - 25	27 - 2	4 - 9	11 - 16	18 - 23	25 - 30	
Consulta Externa	Calibración de tensiómetros	Nadia Rosero	6										
Hospitalización	Calibración de tensiómetros	Nadia Rosero	6										
Quirófano	Mantenimiento preventivo monitor de signos vitales	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	6										
Laboratorio	Mantenimiento preventivo de microscopios	Nadia Rosero	2										
Laboratorio	Mantenimiento correctivo calentador de muestras	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1										
Quirófano	Mantenimiento preventivo Bomba de succión	Nadia Rosero	1										
Urgencias	Revisión electrocardiógrafo	Nadia Rosero	1										
Consulta Especializada	Asistencia a mantenimiento equipo de endoscopia	Representante Hospimedics	1										
Quirófano	Mantenimiento correctivo electrobisturí	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1										
Quirófano	Asistencia en mantenimiento máquina de anestesia	Juan Carlos Enríquez	1										
Quirófano	Mantenimiento preventivo lámpara cielítica	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1										
Farmacia y Bodega	Calibración de termohigrómetros	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	2										
Urgencias médicas	Calibración de tensiómetros	Nadia Rosero	4										
Consulta Externa	Calibración de báscula	Nadia Rosero	1										
Laboratorio	Mantenimiento preventivo de neveras	Nadia Rosero	3										
Consulta Especializada	Instrucciones de uso equipo de endoscopia	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1										
Consulta Externa	Calibración de tensiómetro	Nadia Rosero	1										
Hospitalización	Mantenimiento e instrucción monitor fetal anteparto	Nadia Rosero	1										
Quirófano	Mantenimiento preventivo Bomba de succión	Nadia Rosero	1										
Quirófano	Asistencia en mantenimiento máquina de anestesia	Juan Carlos Enríquez	2										
Todas	Actualización de hojas de vida de equipos	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	-										
Todas	Elaboración de cronogramas año 2007	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	-										
	Elaboración segundo informe	Nadia Rosero											

Área	Actividad	Responsable	Cantidad de equipos	Enero				Febrero					
				1 - 6	8 - 13	15 - 20	22 - 27	29 - 3	5 - 10	12 - 17	19 - 24	26 - 3	
	Semana no laborada		-										
Consulta externa	Actualización hojas de vida tensiómetros	Nadia Rosero	10										
Quirófano	Calibración básculas pediátricas	Nadia Rosero	2										
Almacén	Mantenimiento preventivo respirómetro	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1										
Hospitalización	Calibración de básculas	Nadia Rosero	3										
Laboratorio	Calibración de báscula	Nadia Rosero	1										
Laboratorio	Mantenimiento preventivo horno de secado	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1										
Laboratorio	Mantenimiento correctivo olla esterilizadora	Nadia Rosero	1										
Quirófano	Ajuste de parámetros monitores de signos vitales	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1										
Quirófano	Mantenimiento bomba de succión	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1										
Laboratorio	Mantenimiento correctivo cronómetro	Nadia Rosero	2										
Urgencias médicas	Calibración de básculas	Nadia Rosero	4										
Consulta Externa	Calibración de básculas	Nadia Rosero	10										
Consulta Especializada	Calibración de básculas	Nadia Rosero	7										
Laboratorio	Instalación equipo de frío	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1										
Farmacia	Mantenimiento preventivo neveras	Nadia Rosero	2										
Hospitalización	Calibración de tensiómetros	Nadia Rosero	1										
Quirófano	Control automático olla esterilizadora	Nadia Rosero	1										
Quirófano	Mantenimiento correctivo regulador de voltaje	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	2										
Imagenología	Mantenimiento negatoscopio	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	-										
Urgencias	Calibración de tallímetros	Nadia Rosero	4										
Consulta especializada	Calibración de tensiómetros	Nadia Rosero	7										
Bodega de Farmacia	Calibración de termohigrómetro	Nadia Rosero	1										
Promoción y Prevención	Revisión General de equipos	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	15										
Consulta Externa	Mantenimiento equipo de Oftalmología	Juan Carlos Enríquez, Nadia Rosero	1										
	Realización informe final	Nadia Rosero	-										

10. CONCLUSIONES

El mantenimiento de equipos biomédicos se debe realizar de una manera programada para así mantener el buen funcionamiento de los mismos mediante la inspección regular de los mismos, detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno;

Las entidades prestadoras de servicios de salud requieren de personal calificado que maneje las nuevas tecnologías implementadas en la Medicina, dada la responsabilidad que implica el manejo de éstas en la salud de los pacientes.

La interacción con personas con experiencia en el uso y mantenimiento de equipos biomédicos, durante las actividades desarrolladas en el transcurso de la pasantía contribuyeron al incremento de los conocimientos adquiridos en cuanto a equipos biomédicos.

La calibración de los equipos biomédicos requiere de ambientes adecuados y patrones certificados que aseguren la validez de los procedimientos.

La gestión de la información del área de mantenimiento, a través de los registros de hojas de vida, solicitudes de mantenimiento, entre otros, permiten el control y evaluación de los procesos, que a su vez contribuyen al mejoramiento de la calidad en los servicios prestados en esta área.

La clínica Proinsalud S.A. cuenta con tecnología adecuada y personal calificado para el mantenimiento y calibración de equipos biomédicos.

11. RECOMENDACIONES

Apoyar el desarrollo de pasantías para estudiantes de Ingeniería Electrónica, tanto por parte de las entidades de salud como de la Universidad, ya que esta modalidad de proyecto de grado permite desarrollar los contenidos teóricos aprendidos en un ambiente laboral adecuado.

Capacitar a los encargados del mantenimiento de equipos biomédicos en las características electrónicas y de software específicas de cada equipo, las cuales dependen de la empresa de fabricación, a través de convenios con éstas.

Realizar fichas técnicas de los equipos existentes en la Clínica, donde estén contenidas la definición, modo de empleo, accesorios, y principales cuidados de cada equipos. Asimismo elaborar rutinas de mantenimiento, donde se indica la periodicidad que debe tener.

BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 2183 de 2004. Bogotá: 9 de julio de 2004. 2p.

_____. Resolución 1043 de 2006. Bogotá: 2006. 3p.

_____. Resolución 1446 de 2006. Bogotá: 8 de mayo de 2006. 3p.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1011 de 2006. Bogotá: 3 de abril de 2006. 17p.

COLOMBIA. SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SALUD. Instrucciones y procedimientos para gestión de tecnología y gestión de los equipos en las IPS. Bogotá: 2005. 51p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio Tesis y otros trabajos de grado. Edición Actualizada 2004 – 2005. Bogotá: ICONTEC, 2005. 27p.

PROINSALUD S.A. Manual de Calidad. Pasto: Proinsalud S.A., 2005. 20p.

_____. Manual de documentos. Área de Mantenimiento. Pasto: Proinsalud S.A., 2005. 70p.

La Gerencia en la Administración del Mantenimiento Hospitalario [en línea] disponible en: <www.gerenciasalud.com/art198.htm>

SELECCIONES DEL READER'S DIGEST. Diccionario Médico Familiar. Segunda Edición. San Mateo Tecoloapan, México. Reader's Digest. 1983. 756 p.