

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS EN LA FUNDACIÓN  
CLÍNICA INFANTIL CLUB NOEL: MÓDULO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA**

**JUAN SEBASTIÁN ESTRADA PUERTA  
PEDRO NEL CIFUENTES RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
SANTIAGO DE CALI  
2011**

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS MÉDICOS EN LA FUNDACIÓN  
CLÍNICA INFANTIL CLUB NOEL: MÓDULO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA**

**JUAN SEBASTIÁN ESTRADA PUERTA  
PEDRO NEL CIFUENTES RODRIGUEZ**

**Pasantía para optar el título de Ingeniero Biomédico**

**Director:  
ERNESTO BENIGNO RODRÍGUEZ DENIS  
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
2011**

Aprobado por el comité de Grado en el cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar el título de Ingeniero Biomédico

**PAOLA ANDREA NEUTA ARCINIEGAS**

Jurado

**FABIOLA M. OBANDO R.**

Jurado

Santiago de Cali, Febrero 24 de 2011

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios y nuestras familias por habernos apoyado a lo largo de este proceso que ha sido bastante importante y definitivo en nuestras vidas, pues representa la base para nuestro futuro como profesionales.

## CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	14
INTRODUCCIÓN	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1 PREGUNTA PROBLEMA	17
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GENERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. JUSTIFICACIÓN	19
4. ANTECEDENTES	20
4.1 IMPORTANCIA E HISTORIA DE LA INGENIERÍA CLÍNICA	20
4.2 INGENIERÍA CLÍNICA EN COLOMBIA	20
4.2.1 Legislación del mantenimiento	21
4.2.2 Inversiones en el mantenimiento	22
4.2.3 Recursos humanos	22
5. MARCO TEÓRICO	23
5.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	23
5.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO ORIENTADO A RIESGOS	23
5.2.1 Diferenciación del equipamiento teniendo en cuenta tres niveles de riesgo	24
5.2.2 Cálculo del nivel de prioridad	26
5.2.3 Inventario para el mantenimiento	27

5.2.4 Clasificación de los equipos biomédicos	27
5.2.4.1 Según el tipo de protección contra descargas eléctricas	28
5.2.4.2 Según el grado de protección contra descargas eléctricas.	28
5.2.5 Procedimiento para la inspección y el mantenimiento preventivo	28
5.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	29
5.4 ORDEN DE TRABAJO	29
5.5 ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL	30
5.6 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	31
5.6.1 Disponibilidad	31
5.6.2 Cumplimiento del Plan de Mantenimiento Preventivo.	31
5.6.3 Indicadores de costos	31
5.6.4 Eficiencia de la utilización del fondo de tiempo	32
5.6.5 Eficacia del mantenimiento correctivo	32
5.6.6 Indicador de falsas solicitudes	32
5.7 IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS	32
5.8 LA GESTIÓN AUTOMATIZADA DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS MÉDICO-HOSPITALARIO.	33
6. METODOLOGÍA	34
6.1 FASE 1: ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO FÍSICO - FUNCIONAL	34
6.1.1 Recolección de información y documentación del inventario de equipos médicos y hospitalarios	34
6.1.2 Evaluación y verificación de los expedientes de los equipos médicos y hospitalarios	34
6.2 FASE 2: ESTABLECIMIENTO DEL INVENTARIO PARA EL MANTENIMIENTO	35
6.2.1 Asignación de prioridad a partir de una evaluación integral de cada equipo, según el riesgo	35

6.3 FASE 3: EVALUACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS MÉDICOS	36
6.3.1 Evaluación, verificación y rediseño de los procedimientos para la inspección y el mantenimiento preventivo de los equipos médicos	36
6.4 FASE 4: EVALUACIÓN Y MODIFICACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO, TENIENDO EN CUENTA LOS REQUERIMIENTOS Y PARTES DE UN MODELO BÁSICO.	38
6.4.1 Diseño y evaluación de las órdenes de trabajo de los equipos médicos, teniendo en cuenta las partes y requerimientos de un modelo básico	38
6.5 FASE 5: GENERACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL DE EQUIPOS MÉDICOS, ORIENTADO A RIESGOS	38
6.5.1 Diseño de un plan de mantenimiento anual	38
6.5.2 Cálculo del índice de mantenimiento preventivo (IMP).	40
6.6 FASE 6: DEFINICIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	40
6.6.1 Definición de los indicadores de gestión de mantenimiento	40
6.6.1.1 Indicador de disponibilidad	40
6.6.1.2 Indicador de cumplimiento en tiempo y en eventos del plan de mantenimiento preventivo	41
6.6.1.3 Indicador eficiencia en la utilización del fondo de tiempo	42
6.6.1.4 Indicadores de costos	42
6.6.1.5 Indicador eficacia de mantenimiento correctivo	42
6.6.1.6 Indicador de falsas solicitudes	44
6.6.2 Recopilación de información de las diferentes variables empleadas en los indicadores de gestión	43
6.6.2.1 Indicador de disponibilidad	43
6.6.2.2 Indicador de cumplimiento en tiempo y en eventos	43
6.6.2.3. Indicador de eficiencia en la utilización del fondo de tiempo	44
6.6.2.4 Indicadores de costos de mantenimiento y costo/hora	44

6.6.2.5 Indicador de eficacia del mantenimiento correctivo	44
6.6.2.6 Indicador de falsas solicitudes	44
7. RESULTADOS	46
7.1 RESULTADOS FASE 1: ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO FÍSICO - FUNCIONAL	46
7.1.1 Recolección de información y documentación del inventario de equipos médicos y hospitalarios	46
7.1.2 Evaluación y verificación de los expedientes de los equipos médicos y hospitalarios	46
7.2 FASE 2: ESTABLECIMIENTO DEL INVENTARIO PARA EL MANTENIMIENTO	47
7.2.1 Asignación de prioridad a partir de una evaluación integral de cada equipo, según el riesgo	47
7.3 RESULTADOS FASE 3: EVALUACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS MÉDICOS	58
7.3.1 Evaluación y re diseño de los procedimientos para la inspección y el mantenimiento preventivo de los diferentes equipos médicos	58
7.4 RESULTADOS FASE 4: EVALUACIÓN Y MODIFICACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO, TENIENDO EN CUENTA LOS REQUERIMIENTOS Y PARTES DE UN MODELO BÁSICO.	59
7.4.1 Diseño y evaluación de las órdenes de trabajo de los equipos médicos, teniendo en cuenta las partes y requerimientos de un modelo básico	59
7.5 RESULTADOS FASE 5: GENERACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL DE EQUIPOS MÉDICOS, ORIENTADO A RIESGOS	60
7.5.1 Diseño de un plan de mantenimiento anual. Los intervalos IPM de los equipos médicos del inventario para el mantenimiento, se establecieron de acuerdo a la siguiente figura:	60
7.5.2 Cálculo del índice de mantenimiento preventivo (IMP)	65
7.6 RESULTADOS FASE 6: DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	67



7.6.1 Definición de los indicadores de gestión de mantenimiento	67
7.6.1.2 Indicador de cumplimiento en tiempo y en eventos.	69
7.6.1.3 Indicador de eficiencia en la utilización del fondo del tiempo.	70
7.6.1.4 Indicador de costos	71
7.6.1.5 Indicador de eficacia de mantenimiento correctivo.	72
7.6.1.6 Indicador de falsas solicitudes.	73
7.6.2 Recopilación de información de las diferentes variables empleadas en los indicadores de gestión	74
7.6.2.1 Indicador de disponibilidad	74
7.6.2.2 Indicador de cumplimiento en tiempo y en eventos	75
7.6.2.3 Indicador de eficiencia en la utilización del fondo de tiempo	76
7.6.2.4 Indicadores de costos de mantenimiento y costo/hora	76
7.6.2.5 Indicador de eficacia del mantenimiento correctivo	78
7.6.2.6 Indicador de falsas solicitudes	78
8.CONCLUSIONES	79
9. RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	82

## LISTA DE CUADROS

	<b>pág.</b>
Cuadro 1. Asignación de peso por criterio	26
Cuadro 2. Peso por criterio según condiciones de explotación	27
Cuadro 3. Definición de rango para criterio de condiciones de explotación	47
Cuadro 4. Entorno de Laboratorio Clínico	48
Cuadro 5. Entorno de Fisioterapia	49
Cuadro 6. Entorno de Terapia	50
Cuadro 7. Entorno de Hospitalización	50
Cuadro 8. Entorno de Urgencias	51
Cuadro 9. Entorno de Odontología	52
Cuadro 10. Entorno de Oftalmología	53
Cuadro 11. Entorno Quirófano	53
Cuadro 12. Entorno de Lavandería	54
Cuadro 13. Entorno de Mantenimiento	55
Cuadro 14. Entorno de Esterilización	55
Cuadro 15. Entorno de Dermatología	56
Cuadro 16. Entorno de Audiología	56
Cuadro 17. Entorno de Otorrino	56
Cuadro 18. Entorno de Endocrinología	57
Cuadro 19. Equipos médicos y hospitalarios para el mantenimiento correctivo	57
Cuadro 20. Relación de equipos médicos por función	61
Cuadro 21. Especificaciones del tiempo promedio de inspección y mantenimiento del elemento del entorno	63

Cuadro 22. Cálculo del número de días para el mantenimiento planificado del entorno	63
Cuadro 23. Cálculo IMP de equipos médicos del plan anual	65
Cuadro 24. Horas de operatividad al mes de áreas y equipos médicos/hospitalarios de la institución	74
Cuadro 25. Costos de adquisición equipos médicos inventario físico-funcional	76
Cuadro 26. Gastos totales a nivel semestral y anual	77

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Equipos de alto riesgo, según la ECRI	24
Figura 2. Equipos de medio riesgo, según ECRI	25
Figura 3. Equipos de bajo riesgo, según ECRI	25
Figura 4. Modelo básico de una orden de trabajo	30
Figura 5. Intervalos entre inspecciones y mantenimientos preventivos recomendados por ECRI	60
Figura 6. Diagrama de flujo indicador de disponibilidad	68
Figura 7. Diagrama de flujo indicador cumplimiento en tiempo y en eventos	69
Figura 8. Diagrama de flujo indicador de eficiencia en la utilización del fondo del tiempo	70
Figura 9. Diagrama de flujo indicador de costos	71
Figura 10. Diagrama de flujo indicador de eficacia de mantenimiento correctivo	72
Figura 11. Diagrama de flujo indicador de falsas solicitudes	73

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo A. Inventario físico-funcional	85
Anexo B. Expediente del equipo médico y hospitalario.	93
Anexo C. Evaluación integral de equipos médicos y hospitalarios	94
Anexo D. Inventario para el mantenimiento	100
Anexo E. Pruebas de seguridad eléctrica según norma IEC 60601-1	103
Anexo F. Formato de inspección y mantenimiento preventivo.	105
Anexo G. Protocolo de inspección y mantenimiento planificado del entorno	110
Anexo H. Formato de orden de trabajo	118
Anexo I. Cálculo de carga para el plan de mantenimiento anual	120
Anexo J. Diseño de un plan de mantenimiento anual	125
Anexo K. Planificación anual de los mantenimientos de los entornos.	126
Anexo L. Diagramas de Flujo de Datos de la Gestión de Mantenimiento	128

## RESUMEN

La gestión de equipo médico tiene como objetivo principal garantizar una operación segura, máximas prestaciones y costo efectivo de todos los equipos médicos en uso, mediante el mantenimiento orientado a riesgos, con el propósito de proporcionar un entorno seguro y funcional de los equipos y espacios. Además es considerada como una herramienta que sirve para apoyar al personal médico y de ingeniería en el desarrollo, control y dirección de un programa de mantenimiento para el equipo médico.

Actualmente la Fundación Clínica Infantil Club Noel presenta fallas en la gestión de mantenimiento de los equipos médicos y hospitalarios, debido a que no tiene una buena organización por falta de manejo en el conocimiento de normativas internacionales y nacionales. Dichas normativas, les permitirán tener bases para el diseño, desarrollo e implementación de aspectos tales como: un inventario físico-funcional con una apropiada nomenclatura de los equipos médicos/hospitalarios para poder llevar un registro y control de los mismos, intervalos de mantenimiento preventivo, protocolos IPM (inspección y mantenimiento preventivo), protocolos de mantenimiento planificado del entorno, un plan de mantenimiento anual, entre otros aspectos.

Por otro lado, no existe una evidencia de que se manejen indicadores de gestión, trayendo como consecuencia el desconocimiento de tendencias y estadísticas que les permitan mejorar sus resultados en cuanto a los puntos críticos de la misma.

Lo que se pretende entonces, es implementar una gestión de mantenimiento orientado a riesgos dentro de la institución que le permita al personal técnico, por medio de una metodología organizada, mantener en buen estado la integridad física, funcionalidad y seguridad de la tecnología biomédica instalada en las diferentes áreas de la institución.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia hace falta un mayor fortalecimiento de la cultura ante la gestión de mantenimiento en el interior de clínicas y hospitales, llevándola a ser un reto a superar en la actualidad, ante la creciente competitividad que exige el mercado mundial, y ante la importancia de la implementación de sistemas de calidad que ayudan a mejorar la prestación de servicios de salud.

Actualmente se busca crear una cultura de gestión de mantenimiento, comprendiendo cómo esta ayuda a garantizar la seguridad y adecuada operatividad tanto de los equipos médicos/hospitalarios como de las instalaciones o entornos de la institución prestadora de salud; generando a su vez, máximas prestaciones y mejorando el sistema de salud en Colombia.

Para este caso, el ingeniero biomédico busca implementar y realizar dicha gestión de mantenimiento en las instituciones prestadoras de salud, teniendo como objetivo realizar tareas tales como: actualizar el inventario físico-funcional de los equipos médicos/hospitalarios; evaluar y modificar las órdenes de trabajo y expedientes del equipo; establecer un inventario para el mantenimiento de los equipos de alta prioridad; evaluar y verificar los procedimientos para la inspección y el mantenimiento preventivo, así como los procedimientos para el mantenimiento planificado de los diferentes entornos; generar un plan de mantenimiento anual de equipos médicos orientado a riesgos; y finalmente llevar a cabo el cálculo de indicadores para controlar, analizar y estudiar la gestión del mantenimiento orientada a riesgos de los equipos médicos/ hospitalarios.

El alcance que el ingeniero biomédico pretende lograr con dichas tareas de gestión, es organizar el mantenimiento de los equipos médicos, de tal manera que haya una disminución notable de riesgos en cuanto al funcionamiento normal de la institución y de dichos equipos, logrando como fin primordial el mejoramiento del sistema de salud. Además se busca en un futuro, el alcance de automatizar dicha gestión por medio de la aplicación de sistemas de información que lleven un control más adecuado y preciso de los indicadores de mantenimiento.

La Fundación Clínica Infantil Club Noel es una institución privada sin ánimo de lucro de segundo nivel, la cual se encuentra desarrollando un proyecto que consiste en la construcción de una UCI (Unidad de Cuidados Intensivos) pediátrica. Esto dará lugar a tener una mayor exigencia en el cumplimiento de las normativas nacionales y estándares internacionales, que garanticen una alta calidad en la prestación de servicios de salud al cliente.

Debido a que una UCI está dotada de equipos médicos de soporte y mantenimiento de la vida y equipos de monitoreo de signos vitales, se requiere de una buena estrategia o plan para mantener en óptimas condiciones, la tecnología biomédica instalada. Por esta razón la institución decide optar por poner en práctica la metodología de la gestión de mantenimiento orientado a riesgos de equipos médicos/hospitalarios, considerando que además se busca tener entornos más seguros y funcionales.

El manejo de indicadores de gestión, la prolongación de la vida útil del equipamiento, la relación de costo-efectivo de los equipos médicos/hospitalarios, son otras de las razones por las cuales la institución se ve motivada a adoptar la cultura que la ingeniería clínica está imponiendo.



## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 PREGUNTA PROBLEMA**

¿Cómo optimizar la gestión de mantenimiento de los equipos médicos en la Fundación Clínica Infantil Club Noel y así poder contribuir a mejorar la calidad en la prestación de servicios de salud en la institución?

### **1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA**

Actualmente la Fundación Clínica Infantil Club Noel cuenta con un total de ciento setenta y tres equipos médicos y hospitalarios, distribuidos en las siguientes áreas: laboratorio clínico, fisioterapia, terapia, odontología, urgencias, rayos X, imagenología, administración quirófano, recuperación quirófano, sala quirófano 1, 2, 3 y 4; cirugía, dermatología, audiología, otorrinolaringología, oftalmología, endocrinología, salas de hospitalización y lavandería.

En cuanto a la forma en que se ha venido trabajando la gestión de mantenimiento en la institución, se puede decir que hace falta mucho por hacer y organizar en el sentido en que no se basan en estándares nacionales e internacionales, con el objetivo de definir intervalos de inspección y mantenimiento preventivo (IPM) de los equipos médicos, diseñar formatos IPM, establecer un plan anual de mantenimiento, definir indicadores de gestión, entre otros aspectos.

Por ende, la Fundación Clínica Infantil Club Noel como institución prestadora de servicios de salud busca mejorar la satisfacción, seguridad y comodidad de sus pacientes, y así lograr tener un mayor nivel de calidad frente a otras instituciones. Para esto se tiene en cuenta la aplicación de normativas y procedimientos, que ayuden a obtener mejores resultados y organizar el mantenimiento realizado por el personal técnico de dicha institución.

Dado a que se pretende en pocas palabras, optimizar la calidad en la prestación de servicios de salud en la Fundación Clínica Infantil Club Noel, surge la necesidad de implementar la gestión de mantenimiento de equipos médicos, orientado a riesgos, con el fin de garantizar el funcionamiento seguro, máximas prestaciones, una relación costo/efectivo de los equipos médicos/hospitalarios; establecer indicadores que permitan llevar un control de dicha gestión y lograr tener entornos seguros y funcionales en la institución.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Organizar y mejorar la gestión de mantenimiento de equipos médicos/hospitalarios en la Fundación Clínica Infantil Club Noel.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Actualizar el inventario físico-funcional de equipos médicos y hospitalarios de la Institución.
- Establecer el inventario para el mantenimiento de equipos médicos.
- Evaluar y verificar los procedimientos para la inspección y el mantenimiento preventivo de equipos médicos.
- Evaluar y modificar las órdenes de trabajo, teniendo en cuenta los requerimientos y partes de un modelo básico.
- Generar un plan de mantenimiento anual de equipos médicos, orientado a riesgos.
- Definir indicadores de gestión del mantenimiento (disponibilidad, costo hora, costo del mantenimiento, eficiencia de la utilización del fondo de tiempo, eficacia del mantenimiento correctivo, cumplimiento en tiempo y en eventos).

### 3. JUSTIFICACIÓN

En Colombia se trabaja por un desarrollo de la gestión de mantenimiento, donde se abarcan tareas como las evaluaciones técnicas de los equipos médicos/hospitalarios, la actualización sistemática del inventario físico-funcional, el desarrollo de los protocolos de mantenimiento preventivo y de entorno, la elaboración de los planes de mantenimiento y el diseño y análisis de indicadores para el control y evaluación de la gestión. Todo esto se realiza con el fin de mejorar la prestación de servicios de las instituciones de salud, aumentar el ciclo de vida útil de la tecnología biomédica, cumplir con las normativas y protocolos reconocidos a nivel mundial por parte del sistema de calidad, entre otros.

En la Fundación Clínica Infantil Club Noel, existe la necesidad de establecer la gestión de mantenimiento orientada a riesgos, con el fin de permitir evaluar cada equipo médico/hospitalario asignando un nivel de prioridad a cada uno de estos, y con ello, poder identificar cuáles serán incluidos en el programa de mantenimiento anual. Además esta logra el establecimiento de indicadores que permiten evaluar y controlar periódicamente la gestión de mantenimiento de equipos médicos/hospitalarios, calcular sus potencialidades y enriquecer su experiencia, efectuar correcciones y ajustes necesarios de la información obtenida en vista de mejorar los resultados. Esto constituye una base fundamental para el personal técnico de la institución.

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1 IMPORTANCIA E HISTORIA DE LA INGENIERÍA CLÍNICA<sup>1</sup>

En el año de 1970 surge un proceso de cambio para la Ingeniería Clínica al publicarse un artículo en donde se afirmaba que durante ese año, 1200 estadounidenses habían sufrido choques eléctricos mientras se les practicaban procedimientos clínicos. Esta información condujo al desarrollo de la legislación correspondiente a la seguridad del equipamiento biomédico por parte del gobierno norteamericano y fue impulsada por el Emergency Care Research Institute (ECRI), brindando así la oportunidad de la creación de departamentos internos de Ingeniería Clínica entre los hospitales grandes e intermedios y la creciente necesidad de los ingenieros clínicos (término otorgado por el Dr. César Cáceres en 1974).

En las décadas posteriores, ochentas y principio de los noventas, las labores del ingeniero clínico se enfocaron principalmente a la administración de la tecnología biomédica.

Con la llegada del nuevo milenio, se originó un nuevo auge para la Ingeniería Clínica, debido al papel importante de sus profesionales en el desarrollo de reemplazos e integración de nuevos sistemas biomédicos, de igual manera soportado por cambios económicos y políticos alrededor de la salud en los Estados Unidos y expandiéndose a gran cantidad de países, tanto desarrollados, como en vía de desarrollo.

### 4.2 INGENIERÍA CLÍNICA EN COLOMBIA

El estado de la Ingeniería Clínica en Colombia dentro del ambiente latinoamericano se encuentra en un punto intermedio. En la actualidad Colombia cuenta con pocas instituciones públicas y privadas con muy buenos Departamentos de Ingeniería, y con una organización bien definida. Sin embargo, otras instituciones no tienen una organización estable y definida, sólo la tienen como áreas de mantenimiento, con el objetivo de cumplir algunos requerimientos.

---

<sup>1</sup> RUIZ IBAÑEZ, Carlos y SOTO, Jesús María. Ingeniería Clínica: Introducción, percepción y práctica en el área Metropolitana de Medellín [en línea]. Medellín Revista CES MEDICINA: [Consultado 28 de Noviembre de 2010]. Disponible en Internet: [http://www.ces.edu.co/Descargas/ingenieria\\_clinica.pdf](http://www.ces.edu.co/Descargas/ingenieria_clinica.pdf)

Por lo tanto, es necesario tener un Departamento de Ingeniería Clínica bien conformado, donde se realicen evaluaciones técnicas, se definan protocolos propios, planes de mantenimiento y se realice una gestión completa de la tecnología clínica y hospitalaria<sup>2</sup>.

**4.2.1 Legislación del mantenimiento.** La ley de 100/93, indica que cada hospital debe invertir en mantenimiento cada año para proteger su infraestructura física y equipamiento. Antes de 1993, las Inversiones dependían del sentido común de los directores. Ahora, el mantenimiento es una actividad obligatoria y se lleva a cabo sobre la base de las estrategias elegidas por la administración del hospital.

En 1997, de acuerdo con la Ley 100/93, la Superintendencia Nacional de Salud, como autoridad de gobierno de los Sistemas Generales de Seguridad Social, emitió la circular N ° 29, que define la necesidad de desarrollar en todos los hospitales un plan de mantenimiento anual, para que las autoridades de cada hospital (administrador, jefe de mantenimiento y auditor fiscal) sean responsables. Dicha circular define los objetivos de mantenimiento de la siguiente manera:

- Garantizar la seguridad de los pacientes y el personal quienes administran y utilizan los recursos físicos del hospital.
- Apoyar el servicio de salud en el cumplimiento de los objetivos de calidad ordenados por la ley.
- Asegurar la disponibilidad y el funcionamiento eficiente de los recursos físicos necesarios para prestar servicios de salud y ayudar a reducir los costos de operaciones de la institución.

El plan de mantenimiento anual es visto como la herramienta de gestión que proporciona directrices a los departamentos de mantenimiento en todos los hospitales. El plan debe incluir los objetivos, las actividades de programación y los recursos físicos, humanos, técnicos y económicos para alcanzar los objetivos de cada hospital. Este debe incluir por lo menos dos partes, una sobre la infraestructura física y la otra sobre el equipamiento del hospital<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> SALDARRIAGA, Oscar Darío. Experiencias y vivencias de la ingeniería clínica [en línea]. Medellín: Revista Ingeniería Biomédica. [Consultado 27 de Noviembre de 2010]. Disponible en Internet:<http://revistabme.eia.edu.co/Art%C3%ADculos/Edici%C3%B3n%204/1014%20%28Vivencial%29.pdf>

<sup>3</sup> DYRO F, Joseph. Clinical Engineering Handbook. 1ª edición. Estados Unidos: Elsevier Academic Press, 2004, pp. 88 – 89

**4.2.2 Inversiones en el mantenimiento.** Desde 1994, el Gobierno ha hecho algunas inversiones a través del Ministerio de Salud para ayudar las autoridades regionales y locales a desarrollar servicios de mantenimiento. Esos incluyen programas de entrenamiento y adquisición de herramientas e instrumentación con el objetivo de actualizar la tecnología requerida, en un programa inicial, y así poder asegurar el control de calidad en los servicios de mantenimiento.

Una inversión de 50 millones de dólares fue hecha a través de un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). El proyecto se realizó a través de un programa conocido como *Mejoramiento de los servicios de salud* entre 1996 y 1997<sup>4</sup>.

**4.2.3 Recursos humanos.** A comienzos de los años 1990, varios ingenieros clínicos asistieron a talleres avanzados en ingeniería organizados por la Universidad Americana de Ingeniería Clínica con la ayuda de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Durante 1997 y 1998, a través del programa mencionado anteriormente, aproximadamente 23 ingenieros quienes trabajaron en los hospitales principales y más avanzados del país tuvieron la oportunidad de tomar un curso de ingeniería clínica diseñado y desarrollado por la Universidad de los Andes; una de las universidades más reconocidas en el país que los habilitaron para mejorar sus habilidades en la realización de trabajo técnico. Otros institutos educativos han comenzado un programa de entrenamiento en esta área. Durante los años 1990's, esto tuvo como resultado técnicos entrenados, quienes gradualmente fueron incorporados en hospitales y empezaron a hacer mas trabajos técnicos de lo que fueron hechos en los años 1980<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> *Ibíd.*, p.74

<sup>5</sup> *Ibíd.*, p.74

## **5. MARCO TEÓRICO**

### **5.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos se debe considerar un proceso, el cual tiene como objetivo principal mantener en buen estado de funcionamiento los equipos o instrumentos. Se define también como el conjunto de acciones técnicas administrativas que se realizan para el cuidado e inspección sistemática de un equipo o instrumento con el propósito de mantenerlo en buen estado de funcionamiento, evitar y detectar fallas menores antes que estas se conviertan en mayores.

La aplicación del mantenimiento preventivo permite que los equipos puedan ser usados de manera permanente o cuando sea requerido su uso para un procedimiento específico eliminando los posibles riesgos de paralización prolongada, discontinuidad del servicio y la falta de seguridad al paciente en el entorno hospitalario. El programa de mantenimiento preventivo se basa en la ejecución periódica de actividades tales como inspección, cambio de accesorios, repuestos, componentes o algún otro tipo de elemento que permita que el equipo funcione eficientemente<sup>6</sup>.

### **5.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO ORIENTADO A RIESGOS**

El inventario para el mantenimiento orientado a riesgo se basa en la asignación de prioridad a partir de una evaluación integral de cada equipo.

Puede haber equipos que por su bajo nivel de riesgo no se incluyen en el inventario para el mantenimiento y son atendidos durante la inspección o mantenimiento programado a su entorno, a solicitud del usuario o en mantenimiento correctivo solamente. La experiencia demuestra que si el inventario no se hace para los equipos significativos, este se hace inmanejable o ineficiente. Se recomienda dar prioridad al mantenimiento del equipo basándose en criterios de riesgo<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> TENA AGUILAR, Luis Alberto. Diagnóstico Tecnológico de las UPS Equipos Biomédicos [en línea]. Lima: Disa IV Lima Este. [Consultado 24 de Febrero de 2010]. Disponible en Internet: <http://www.minsa.gob.pe/hospitalsjl/ArchivosDescarga/Transparencia/DiagnosticoTecnologico.pdf>

<sup>7</sup> RODRIGUEZ, E. Gestión de Mantenimiento de Equipos Médicos [en línea]. La Habana: II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica. [Consultado 24 de Febrero de 2010]. Disponible en Internet: <http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00187.pdf>

### 5.2.1 Diferenciación del equipamiento teniendo en cuenta tres niveles de riesgo

- Alto: equipos de soporte a la vida, resucitación y aquellos en que un fallo puede causar serios daños a pacientes u operadores.

- Medio: una anomalía puede tener un significativo impacto sobre el cuidado del paciente, pero no provoca de manera inmediata daños severos.

- Bajo: cualquier anomalía no causa serias consecuencias.

Las siguientes figuras agrupan de acuerdo a ECRI a los equipos médicos en estos tres niveles de riesgo, como se puede ver a continuación:

**Figura 1. Equipos de alto riesgo, según la ECRI**

<ul style="list-style-type: none"><li>• Unidades de Anestesia y vaporizadores,</li><li>• Ventiladores de Anestesia,</li><li>• Monitores de Apnea (neonatales),</li><li>• Unidades de autotransfusión,</li><li>• Defibriladores</li><li>• (incluyendo monitor defibrilador y monitor/ defibrilador / marcapaso),</li><li>• Sistemas de diagnóstico radiológico/ medicina nuclear,</li><li>• Equipos de Electrocirugía,</li><li>• Monitores Fetales,</li><li>• Unidades de bypass corazón/pulmón,</li><li>• Equipos de Hemodiálisis,</li><li>• Humificadores,</li><li>• Unidades de hipo/hipertermia,</li><li>• Incubadoras,</li><li>• Bombas/controladoras de infusión,</li><li>• Bombas intra-aorta,</li><li>• Láseres,</li><li>• Oxímetros,</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analizadores y monitores de Oxígeno,</li><li>• Marcapasos,</li><li>• Unidades de diálisis peritoneal,</li><li>• Unidades de fármaco-emulsificación,</li><li>• Monitores y Sistemas para controlar variables fisiológicas,</li><li>• Calentadores,</li><li>• Inyectores radiográficos,</li><li>• Resusitadores cardíacos,</li><li>• Resusitadores pulmonares.</li><li>• Esterilizadores,</li><li>• Reguladores de succión traqueal,</li><li>• Aspiradores (emergencia),</li><li>• Torniquetes neumáticos,</li><li>• Monitores transcutáneos (invasivos),</li><li>• Unidades medidoras de Presión Sanguínea invasivas,</li><li>• Cápnómetros,</li><li>• Ventiladores,</li></ul>
--	---

Fuente: RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. Ingeniería Clínica SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007, p.69.



**Figura 2. Equipos de medio riesgo, según ECRI**

<ul style="list-style-type: none"><li>• Electrocardiógrafos,</li><li>• Reguladores [aire, oxígeno, succión (excepto los de traquea)],</li><li>• Analizadores de PH/ Gas en sangre,</li><li>• Refrigeradores de sangre,</li><li>• Calentadores de sangre,</li><li>• Equipos de medición de presión sanguínea (no invasivos),</li><li>• Centrifugas,</li><li>• Equipamiento de laboratorio Clínico,</li><li>• Electroencefalógrafos,</li><li>• Electromiógrafos,</li><li>• Fonocardiógrafos,</li><li>• Unidades de fototerapia,</li><li>• Endoscopios,</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipos de potenciales evocados,</li><li>• Transductores de presión (todos los tipos),</li><li>• Analizadores de funciones cardíacas,</li><li>• Analizadores de funciones pulmonares ,</li><li>• Sistemas de Ultrasonido Diagnóstico,</li><li>• Balanzas,</li><li>• Evacuadores de humo,</li><li>• Camas de cuidado especial,</li><li>• Equipos quirúrgicos,</li><li>• Monitores de temperatura,</li><li>• Vectocardiógrafos,</li><li>• Liotriptores,</li><li>• Laparoscopios.</li></ul>
--	--

Fuente: RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. "Ingeniería Clínica" SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007. pág.70.

**Figura 3. Equipos de bajo riesgo, según ECRI**

<ul style="list-style-type: none"><li>• Aspiradores (bajo volumen),</li><li>• Cortadores, Equipos de diatermia,</li><li>• Receptáculos eléctricos,</li><li>• Balanzas electrónicas (para propósitos generales),</li><li>• Termómetros Electrónicos,</li><li>• Sistemas de potencia aislados,</li><li>• Oftalmoscopios,</li><li>• Equipos de Ultrasonido Terapéutico,</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reguladores (succión de bajo volumen),</li><li>• Estimuladores (alto y bajo volumen),</li><li>• Microscopios quirúrgicos,</li><li>• Luces quirúrgicas,</li><li>• Mesas quirúrgicas,</li><li>• Monitores de Temperatura,</li><li>• Nebulizadores</li><li>• Ultrasónicos.</li></ul>
--	---

Fuente: RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. "Ingeniería Clínica" SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007, p.pág.70.

**5.2.2 Cálculo del nivel de prioridad. Los criterios requeridos para asignar el nivel de prioridad a un equipo médico de la clínica u hospital son los siguientes:**

**Función del equipo (E):** El papel del equipo en el cuidado del paciente.

**Aplicación clínica (C):** Considera los resultados sobre el paciente o usuario ante una falla del equipo; el riesgo físico asociado con la aplicación clínica.

**Requisitos del mantenimiento (M):** Varían con el tipo de equipo; bien sea por su complejidad, funcionamiento y por la seguridad que este le brinda al paciente.

**Incidentes del equipo/ Historia de fallas (F):** Se evalúa por los usuarios del equipo, gerentes de la sección y personal del Departamento de Ingeniería Clínica, a partir de una programación a fin de suministrar una base de datos para determinar tendencias y requisitos.

**Condiciones de Explotación (T):** Se evalúa por los usuarios del equipo, gerentes de la sección y personal del Departamento de Ingeniería Biomédica a partir de la observación y se refiere a la utilización en exceso comparado con equipos similares de la propia institución o a las condiciones de la locación donde se ubica (áreas húmedas u otras de entorno agresivo)<sup>8</sup>.

El nivel de prioridad  $P_i$  se puede calcular a partir del siguiente cuadro como:

$$P_i = E + C + M + F + T$$

**Cuadro 1. Asignación de peso por criterio**

Por la función del equipo (E)	Rango numérico
Soporte de Vida	9
Terapia – Critico	8
Diagnóstico – Critico	7
Terapia – Esencial	6
Diagnostico – Esencial	5
Terapia – Auxiliar	4
Diagnóstico – Auxiliar	3
Terapia – Misceláneas	2
Diagnóstico/Otros – Misceláneas	1
<b>Aplicación Clínica (C)</b>	
Puede producir la muerte al paciente	7
Puede producir daño al paciente u operador	6
Terapia inapropiada o falso diagnóstico	5
Interrumpe el servicio al paciente	4
Riesgo mínimo	3

<sup>8</sup> RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. La praxis en la gestión de equipos médicos SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2003. p. 1 - 2

<b>Por la función del equipo (E)</b>	<b>Rango numérico</b>
Sin riesgo significativo	1
<b>Requerimientos de Mantenimiento (M)</b>	
Extensivo	3
Promedio	2
Mínimo	1
<b>Historia de fallas (F)</b>	
0 – 1	1
2 – 3	2
4 – 5	3
6 – 7	4
8 o más	5

Fuente: RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. "Ingeniería Clínica" SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007, p.71

### **Cuadro 2. Peso por criterio según condiciones de explotación**

<b>Condiciones de explotación</b>	<b>(T)</b>
Sobre utilización	1-2
Condiciones severas del entorno	3-5

Fuente: RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. La praxis en la gestión de equipos médicos SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2003, p. 2.

### **5.2.3 Inventario para el mantenimiento**

El inventario para el mantenimiento de equipos médicos deberá especificar:

- El nombre y código del equipo (según clasificador adoptado por el sistema de salud en el país)
- Número del inventario
- Ubicación del equipo
- Nivel de prioridad
- Frecuencia de inspecciones y mantenimiento preventivo
- Costo de adquisición del equipo<sup>9</sup>

**5.2.4 Clasificación de los equipos biomédicos.** La International Electrotechnical Commission (IEC) ha adoptado y establecido los estándares sobre la seguridad para equipos electromédicos. La norma IEC 60601-1; *Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for basic safety and essential performance*,

<sup>9</sup> Ibíd., p. 2-3

establece grupos en dependencia de la protección utilizada y del nivel de protección. Estos se explican a continuación:

**5.2.4.1 Según el tipo de protección contra descargas eléctricas. Clase I:** Son aquellos equipos en los cuales la protección no solo recae en el aislamiento básico sino que también disponen de una conexión de las partes conductoras accesibles al conductor de tierra de forma permanente.

**Clase II:** Son aquellos equipos disponen de un doble aislamiento o se refuerza el aislamiento, sin necesidad de una puesta a tierra o un tercer conductor.

**Equipo alimentado internamente:** Son aquellos equipos que son alimentados a través de pilas o baterías recargables.

#### **5.2.4.2 Según el grado de protección contra descargas eléctricas.**

**Equipos B:** Son aquellos equipos médicos que no tienen una parte directamente aplicada al paciente, permitiéndose valores del orden de 0,1 mA de corrientes de fuga en condiciones normales de explotación y de hasta 0,5 mA en la condición de simple falla. Se emplean en aplicaciones con contacto externo o interno que no incluya al corazón.

**Equipos BF:** Son aquellos con parte aplicada al paciente, flotante eléctricamente, que permiten tener niveles de corrientes idénticos a los del tipo B.

**Equipos CF:** Son aquellos equipos de clase I o II con alimentación interna que permiten un alto grado de protección, en relación con corrientes de fugas y entrada flotante, que pueden establecer un camino directo al corazón. Se permiten corrientes de fuga hasta 0,01 mA en condición normal de trabajo y 0,05 mA en condiciones de falla simple para pacientes y hasta 0,5 mA para corriente de pérdida de lazo cerrado.

**5.2.5 Procedimiento para la inspección y el mantenimiento preventivo.** Un procedimiento para la inspección y el mantenimiento preventivo establece y describe las diferentes tareas de mantenimiento que se realizan sobre un equipo, tales como ajustes, comprobaciones, calibraciones, sustituciones de componentes, limpieza, etc. El procedimiento debe incluir adicionalmente la frecuencia entre intervenciones, tiempo estimado de las intervenciones y de igual manera puede diferenciar por tipo de intervenciones (mayor, menor ó prueba de aceptación, etc.) en función de la cantidad y profundidad de las tareas de mantenimiento que se lleven a cabo, pudiendo diferir en tiempos totales de ejecución y frecuencias. Estos procedimientos se pueden obtener a partir del

propio fabricante, agencias especializadas (ECRI, AAMI, etc.), a partir de la propia experiencia del hospital o como una combinación de las fuentes mencionadas<sup>10</sup>.

### **5.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

El mantenimiento correctivo se establece a partir de una serie de trabajos no planificados cuyo propósito es restaurar o reparar el funcionamiento u operación del equipo médico/hospitalario.

### **5.4 ORDEN DE TRABAJO**

Es el documento a través del cual se lleva control del trabajo de mantenimiento que permite:

- Documentar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo;
- Llevar un control de las actividades del Departamento de Mantenimiento;
- Evaluar la eficiencia del Departamento de Mantenimiento;
- Elaborar informes.

Un formato básico de una OT (orden de trabajo) consta de tres partes:

La primera recoge la solicitud de servicio, centro de costo, fecha y hora, nombre y ubicación del equipo, problema que presenta y persona que emite la orden.

La segunda parte se llena por el técnico encargado y refleja su nombre, la hora en que se comienza atender la solicitud, identifica al equipo con su código y número de inventario y las acciones llevadas a cabo para restablecer el funcionamiento normal del equipo.

La tercera parte recoge la fecha y hora de la entrega al servicio del equipo de alta, la persona que lo recibe, la cual puede reflejar cualquier observación que considere pertinente.

De esta manera la orden de servicio debe permitir calcular, el tiempo de respuesta, el tiempo de la intervención y el tiempo total de cambio de estado, debe servir además para calcular el costo de servicio y relacionarlo con un centro de costo y reflejar la historia de cada equipo médico<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. "Ingeniería Clínica" SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007. p.74.

<sup>11</sup> Ibíd., p.75.

**Figura 4. Modelo básico de una orden de trabajo**

<b>SOLICITUD DE SERVICIO TÉCNICO.</b>		IPM _____ MC _____
Servicio: _____		Centro de Costo #: _____
Fecha: _____	Hora: _____	
Equipo: _____		
Problema o Sintoma: _____		
<b>Representante del Servicio:</b>		
Nombre: _____		Firma _____
<b>REPORTE SERVICIO TÉCNICO</b>		
Fecha: _____	Hora: _____	
Equipo: _____		
# inventario: _____		
Problema encontrado y acción tomada: _____		
<b>Representante del Servicio Técnico:</b>		
Nombre: _____		Firma _____
<b>ALTA DEL EQUIPO</b>		
Fecha: _____	Hora: _____	
Recibido por: _____		Firma _____
Observaciones: _____		

Fuente: RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. "Ingeniería Clínica" SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007, p. 77

### **5.5 ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL**

La carga para el plan de mantenimiento preventivo, se determina a partir del inventario de mantenimiento y la frecuencia de mantenimiento e inspecciones de cada equipo. Una vez determinado el número de horas a planificar en el año, se compara con el fondo de tiempo que el personal técnico puede dedicar al

mantenimiento preventivo. Un criterio práctico, para organizaciones con poca experiencia, es planificar alrededor del 35 % del fondo de tiempo del personal técnico al mantenimiento preventivo. En el caso que el 35 % del fondo de tiempo del personal técnico no sea suficiente para cubrir el plan de mantenimiento preventivo, deben considerarse otras alternativas tales como el contrato de servicios externos, aumentar el personal, el pago de tiempo extra o retirar los equipos de más bajo índice de prioridad del inventario de mantenimiento.

Una vez que se logra un balance entre la carga planificada y los recursos humanos y materiales disponibles, se hace la planificación anual. Es recomendable la planificación semanal y organizar el trabajo de manera tal, que las tareas de mantenimiento preventivo se inicien en los primeros días de cada semana, así si se producen órdenes de correctivo con prioridad superior, éstas pueden ser atendidas y después se continúa con el preventivo planificado. No se recomienda iniciar trabajos de preventivos al final de la jornada semanal, si estos pudieran comprometer la disponibilidad del equipo durante el fin de semana<sup>12</sup>.

## **5.6 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO<sup>13</sup>.**

**5.6.1 Disponibilidad.** Es la propiedad de un sistema que representa la continuidad del servicio prestado, se define como la probabilidad de que el componente o sistema se encuentre apto o listo para operar en el momento que sea requerido. El indicador se refiere al cumplimiento de la disponibilidad (100 % de la operatividad, se use o no) de la tecnología biomédica instalada, durante la prestación de los servicios de salud programados.

Se considera Buena una disponibilidad superior al 90%.

**5.6.2 Cumplimiento del Plan de Mantenimiento Preventivo.** Se refiere al cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo e inspecciones planificado para el año. Este se calcula con respecto a horas ejecutados vs horas planificadas; y eventos de mantenimiento realizados vs planificados.

Se considera un cumplimiento Bueno mayor o igual al 95 %.

**5.6.3 Indicadores de costos.** El indicador de costo de mantenimiento compara los costos de mantenimiento, contra los costos de adquisición del equipo.

---

<sup>12</sup> *Ibíd.*, p.78

<sup>13</sup> RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. Indicadores para el Control de la Gestión Equipos Médicos [en línea]. La Habana: V Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería. [Consultado 24 de Febrero de 2010]. Disponible en Internet: [http://www.hab2003.sld.cu/Articles/T\\_0067.pdf](http://www.hab2003.sld.cu/Articles/T_0067.pdf)

El indicador de costo/hora, permite conocer el costo de la hora de servicio y se utiliza además para facturar las tareas de mantenimiento por centros de costo. Se considera que el costo del mantenimiento está entre el 1.75 % y el 5 % del costo de adquisición del equipamiento, si este se mantiene dentro de límites aceptables.

**5.6.4 Eficiencia de la utilización del fondo de tiempo.** Se refiere a la eficiencia en la utilización del fondo de tiempo y refleja que parte de este se emplea en las actividades de mantenimiento del equipo instalado en el hospital, ya sea por preventivo o correctivo.

Se considera que la eficiencia (o productividad) debe estar entre el (70 – 75) %, para que esta pueda calificarse como buena y resulte competitivo el colectivo o departamento de mantenimiento.

**5.6.5 Eficacia del mantenimiento correctivo.** Este indicador permitirá una evaluación de la eficacia del mantenimiento correctivo y a la red comparar a los distintos Integrantes a fin de perfeccionar el trabajo de cada uno de ellos.

**5.6.6 Indicador de falsas solicitudes.** Este indicador es útil para registrar las falsas solicitudes, es decir aquellas llamadas que se producen estando el equipo 100 % operacional, tal es el caso que puede producirse con un equipo desfibrilador/cardioversión, en el que el operador selecciona para desfibrilar cuando el paciente presenta complejo QRS, no es el equipo el que falla, es error del operador. Este registro, mide la necesidad de superación del personal del servicio médico en relación con la tecnología instalada.

## **5.7 IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS**

El primer paso y uno de los más críticos en la implementación de un sistema de gestión (computarizado o no computarizado) es completar un inventario preciso de todos los equipos que estarán bajo el programa de mantenimiento, incluyendo los dispositivos que prestarán servicio a otras organizaciones pero cuyos servicios necesitan tener un seguimiento.

Cada dispositivo que necesita un seguimiento debe tener asignado un número de control por equipo y ser marcado sobre el dispositivo.

Sin un sistema de inventario efectivo, es imposible hacer un seguimiento de mantenimiento y reparaciones, alertas y llamados y la mayoría de las otras funciones de la gestión de equipos<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> DYRO F, Joseph. Clinical Engineering Handbook. 1ª edición. Estados Unidos: Elsevier Academic Press, 2004, p. 124.



## **5.8 LA GESTIÓN AUTOMATIZADA DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS MÉDICO-HOSPITALARIO.**

La Gestión de Mantenimiento es una herramienta para apoyar al personal médico y de ingeniería en el desarrollo, control y dirección de un Programa de Mantenimiento de Equipo Médico garantizando su operación segura a máximas prestaciones y a costo efectivo.

Los objetivos primordiales de una Gestión Automatizada de Mantenimiento son:

Proporcionar un entorno seguro y funcional, mediante el mantenimiento adecuado de todos los equipos y espacios.

Proporcionar la documentación esencial y necesaria de todos los equipos y espacios.

Minimizar la cantidad de tiempo requerido para generar y archivar la documentación de mantenimiento de todos los equipos y espacios<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> RODRÍGUEZ, E. Gestión de Mantenimiento de Equipos Médicos [en línea]. La Habana: II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica. [Consultado 24 de Febrero de 2010]. Disponible en Internet: <http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00187.pdf>

## 6. METODOLOGÍA

Dada la necesidad de organizar y mejorar la gestión de mantenimiento, se requirió inicialmente tener un buen conocimiento de la información actual del inventario físico-funcional (el cual contiene los equipos médicos/hospitalarios que se encuentran en dicha institución), las órdenes de trabajo (tanto para mantenimiento preventivo como correctivo), los expedientes de los equipos médicos/hospitalarios, los protocolos de inspección y mantenimiento preventivo. Además se vio la necesidad de establecer protocolos para el mantenimiento planificado del entorno, el diseño de un plan anual de mantenimiento preventivo e indicadores de gestión.

Implementar una gestión de mantenimiento orientado a riesgos es de suma importancia en la Fundación Clínica Infantil Club Noel, debido a que asegura tener en óptimas condiciones de funcionamiento, seguridad y estética, tanto la tecnología biomédica instalada como los diferentes entornos.

### 6.1 FASE 1: ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO FÍSICO - FUNCIONAL

En primera instancia, se realizó un recorrido por la Fundación Clínica Infantil Club Noel, con el objetivo de conocer la infraestructura física de las áreas, y los principios de funcionamiento, las pruebas cualitativas y herramientas utilizadas para el mantenimiento de los equipos médicos/hospitalarios que se encontraban en cada una de estos entornos. Posteriormente, se solicitó el inventario físico-funcional actual de la institución para llevar a cabo la siguiente actividad:

**6.1.1 Recolección de información y documentación del inventario de equipos médicos y hospitalarios.** Inicialmente, el técnico suministró la información correspondiente del inventario y expedientes de los equipos médicos/hospitalarios. Con esta información se comprobó cuáles equipos estaban en funcionamiento, con el propósito de actualizar dicho inventario. Además se verificaron los nombres de los equipos médicos registrados en éste, para lo cual se utilizó el sistema universal de nomenclatura de dispositivos médicos UMDNS (Universal Medical Device Nomenclature System) de la ECRI<sup>16</sup>.

**6.1.2 Evaluación y verificación de los expedientes de los equipos médicos y hospitalarios.** Se analizó la información contenida en los expedientes de los equipos médicos/hospitalarios, asumiendo la información básica que el expediente de equipo médico/hospitalario debe tener<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> UMDNS español – inglés por orden alfabético [en línea]. USA: ECRI, 2000. [Consultado el 20 de octubre del 2010]. Disponible en Internet: [www.ecri.org](http://www.ecri.org)

<sup>17</sup> RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. "Ingeniería Clínica" SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007. p.74

## **6.2 FASE 2: ESTABLECIMIENTO DEL INVENTARIO PARA EL MANTENIMIENTO**

Puesto que el inventario para el mantenimiento debe incluir los equipos médicos de alto riesgo con el propósito de realizar una gestión más eficiente, se tuvo en cuenta la siguiente actividad:

**6.2.1 Asignación de prioridad a partir de una evaluación integral de cada equipo, según el riesgo.** Para realizar la evaluación integral de cada uno de los equipos del inventario se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Función del equipo (E)
- Aplicación clínica (C)
- Requerimientos de mantenimiento (M)
- Condiciones de explotación (T)

Debido a la integración del criterio de condiciones de explotación para el cálculo del nivel de prioridad, se establecieron las siguientes condiciones:

Todo equipo con una calificación de 13 o más se incluirá en el inventario de mantenimiento de equipos médicos.

Equipos con una calificación entre 12 y 5 podrán incluirse en el inventario de mantenimiento de equipos médicos o en el inventario de mantenimiento del entorno de acuerdo a la propia experiencia del Departamento de Ingeniería Clínica.

Equipos con una calificación de 4 o menos se incluirán en el Inventario de mantenimiento del entorno o se atenderán únicamente en correctivo.

Dentro de los criterios de la evaluación integral no se consideró necesario el historial de fallas (F), dado a que el área de mantenimiento no tenía un registro actualizado de dichos datos. Además en el criterio de tiempo de explotación sólo se tuvo en cuenta la condición de sobre utilización, debido a que no se consideraron entornos con condiciones ambientales severas.

Para determinar el criterio de condiciones de explotación, se tomó como base las horas de operatividad al mes de las áreas donde están ubicados los equipos médicos y hospitalarios que hacen parte del inventario físico-funcional.

Posteriormente, con la evaluación se obtuvo el nivel de prioridad Pi, para poder determinar cuáles equipos médicos son incluidos en el inventario para el mantenimiento (equipos médicos de medio y alto riesgo), cuáles para el mantenimiento planificado del entorno (equipos médicos de riesgo medio y bajo) y cuáles serán atendidos en mantenimiento correctivo (equipos médicos de riesgo bajo).

Finalmente se realizó el inventario para el mantenimiento y se agruparon por entornos algunos equipos médico/ hospitalarios de medio y bajo riesgo.

### **6.3 FASE 3: EVALUACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS MÉDICOS**

Los protocolos de inspección y mantenimiento preventivo son útiles para evaluar y verificar el funcionamiento, seguridad y estética de los equipos médicos que hacen parte del inventario para el mantenimiento.

Dada la necesidad de tener áreas funcionales y seguras dentro de la institución, se realizaron protocolos de mantenimiento planificado del entorno. Para llevar a cabo lo anterior se desarrolló la siguiente actividad:

**6.3.1 Evaluación, verificación y rediseño de los procedimientos para la inspección y el mantenimiento preventivo de los equipos médicos.** Inicialmente el técnico suministró un formato de protocolo de mantenimiento para equipos médicos, el cual fue diseñado por él para llevar a cabo la gestión dentro de la institución. Consecuentemente se evaluó, se rediseñó la estructura y se complementó la información del protocolo mencionado con base en un ejemplo de formato vigente establecido por la ECRI (Emergency Care and Research Institute)<sup>18</sup>. Esto se hizo con el fin de elaborar unos protocolos más adecuados para los equipos médicos y hospitalarios que se encuentran dentro del inventario para el mantenimiento (Ver Anexo F).

Teniendo en cuenta que algunos equipos médicos y hospitalarios debido a su nivel de prioridad hacen parte del mantenimiento planificado del entorno, se trabajó con el mismo formato mencionado anteriormente, para los diferentes entornos donde se encuentran dichos equipos. Con base en lo anterior, se le agregaron las siguientes partes:

- Nombre del entorno, nivel de riesgo, frecuencia de mantenimiento, intervalo del hospital.

---

<sup>18</sup> Sistema para la Inspección y Mantenimiento Preventivo: Aspiradores. Pennsylvania, USA: ECRI, 1996. [Consultado el 20 de octubre del 2010].

- Fecha y hora de inicio.
- Fecha y hora de terminación.
- Número de procedimiento.
- Lista de elementos del entorno (instalación): Hace referencia a los elementos que hacen parte de la instalación física del entorno (luminaria, receptáculos eléctricos, tomas de oxígeno, entre otros).
- Lista de equipos médicos y/u hospitalarios con sus respectivas frecuencias de mantenimiento.
- Pruebas cualitativas y cuantitativas para los elementos del entorno y equipos médicos.
- Mantenimiento del entorno: Consiste en la revisión de la integridad física y estética del entorno en cuestión.
- Inspección de equipos médicos/hospitalarios: Se refiere a la revisión general de la integridad física y el funcionamiento de los equipos médicos/hospitalarios que hacen parte del entorno.
- Lista de comprobación.
- Material gastable, herramientas y equipos de prueba.

Las frecuencias de mantenimiento de los equipos médicos de los diferentes entornos fueron establecidos de acuerdo a una lista de revisión inicial de frecuencias de procedimientos IPM<sup>19</sup>. Sin embargo se observó que no todas las frecuencias estaban registradas en la lista nombrada anteriormente, por lo que se asumieron las frecuencias de acuerdo a la función, operatividad y experiencia del técnico en el mantenimiento de los mismos.

Para definir la frecuencia de mantenimiento del entorno se consideró el elemento, del entorno o equipo médico y/u hospitalario con mayor intervención anual, es decir, el que requiere ser inspeccionado con mayor frecuencia (Ver Anexo G).

---

<sup>19</sup> RODRIGUEZ DENIS, op. cit.,p.73.

#### **6.4 FASE 4: EVALUACIÓN Y MODIFICACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO, TENIENDO EN CUENTA LOS REQUERIMIENTOS Y PARTES DE UN MODELO BÁSICO.**

Para hacer más eficiente y práctico el diseño de la orden de trabajo, además de facilitar la aplicación de los indicadores de eficacia del mantenimiento correctivo, disponibilidad y costo/hora, se tuvo en cuenta la siguiente actividad:

**6.4.1 Diseño y evaluación de las órdenes de trabajo de los equipos médicos, teniendo en cuenta las partes y requerimientos de un modelo básico.** El técnico proporcionó un diseño de formato de orden de trabajo tanto para el mantenimiento preventivo como correctivo de equipos médicos, implementado en la institución, el cual se comparó con el modelo básico de una orden de trabajo. Teniendo en cuenta lo anterior y las necesidades del técnico y su experiencia en torno a la gestión de mantenimiento, se determinó qué información era necesaria y cuál podía ser eliminada del formato. De esta forma se llegó al formato final propuesto (VER ANEXO H).

#### **6.5 FASE 5: GENERACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL DE EQUIPOS MÉDICOS, ORIENTADO A RIESGOS**

Partiendo de la organización de la gestión de mantenimiento orientado a riesgos de los equipos médicos y hospitalarios de la Fundación Clínica Infantil Club Noel, se elaboró un programa anual para facilitar la labor al técnico. Para esto se llevaron a cabo las siguientes actividades:

**6.5.1 Diseño de un plan de mantenimiento anual.** Para el diseño del plan o programa anual se requiere tener previamente organizada la gestión de mantenimiento orientado a riesgos, cuya metodología se describió en las fases anteriores.

El plan se diseñó con base en el inventario para el mantenimiento, ya que era necesario hacer un seguimiento a los equipos médicos que representan un mayor nivel de riesgo para los pacientes y además desarrollar una gestión de una manera más eficiente, práctica y organizada.

Por otro lado, se establecieron los intervalos de inspección y mantenimiento preventivo con base en una Lista de Revisión Inicial de Frecuencias de Procedimientos IPM<sup>20</sup>. Sin embargo se observó que no todos los intervalos IPM de los equipos del inventario para el mantenimiento estaban registrados en la lista nombrada anteriormente y por lo tanto para dichos equipos se asumieron los intervalos de acuerdo a:

---

<sup>20</sup> *Ibíd.*, p. 73

- Función del equipo
- Experiencia del técnico del área de mantenimiento
- Recomendación del fabricante

Teniendo en cuenta que para llevar a cabo el diseño del programa anual, el fondo de tiempo debe ser mayor o igual a la carga del mismo; esta se calculó considerando los intervalos IPM, las frecuencias de mantenimiento de los diferentes entornos y las horas de mantenimiento promedio de los equipos médicos/hospitalarios. Por otro lado, para el cálculo del fondo de tiempo anual se determinaron las horas de trabajo al día, el número de horas de trabajo al mes y el número de meses que labora el técnico al año.

Con el fin de calcular el número de horas de trabajo al año para el mantenimiento preventivo se asumió un 35 % de fondo de tiempo anual, ya que es lo recomendado para organizaciones de poca experiencia<sup>21</sup>. Además se vio la necesidad de manejar un 35 % del fondo de tiempo anual para mantenimiento correctivo.

Posteriormente, para llevar a cabo la planificación semanal y la organización de las tareas de mantenimiento preventivo, se tuvo en cuenta que estas deben iniciarse en los días intermedios de cada semana (martes- jueves). Además, este plan se debe ordenar de acuerdo al nivel de prioridad Pi de los equipos médicos que hacen parte del inventario para el mantenimiento.

Puesto que el técnico realiza los mantenimientos preventivos de los equipos del inventario para el mantenimiento en los meses de enero y julio, se decidió utilizar los meses disponibles para la planificación del mantenimiento de los diferentes entornos.

Los criterios que se tuvieron en cuenta para priorizar las intervenciones de los diferentes entornos fueron los siguientes:

- El nivel de riesgo eléctrico que el entorno le genera al paciente.
- La complejidad de las instalaciones de cada entorno.

En cuanto al análisis realizado para determinar el número de días que el técnico necesita para llevar a cabo los mantenimientos de los diferentes entornos, se consideraron los siguientes aspectos:

---

<sup>21</sup> *Ibíd.*, p. 78

- Tiempo promedio de mantenimiento de equipos médicos/hospitalarios por entorno (sumatoria de los tiempos promedio de mantenimiento de los equipos médicos/hospitalarios pertenecientes a su entorno).
- Tiempo promedio del mantenimiento de los elementos del entorno y la cantidad de los mismos
- Número de horas de trabajo de mantenimiento del entorno por día (se asumen 4 horas de su jornada laboral diaria).

**6.5.2 Cálculo del índice de mantenimiento preventivo (IMP).** El cálculo del IMP es importante ya que permite realizar una organización más dinámica y precisa de los equipos médicos que hacen parte del plan anual, teniendo en cuenta el nivel de prioridad  $P_i$ ,  $T$  (tiempo entre intervenciones) y  $t$  (el tiempo transcurrido desde el último mantenimiento). Tanto la variable  $t$  como  $T$  se tomaron en términos de días dado a que el técnico cuenta con los registros de las fechas (días) que realizó diferentes mantenimientos durante el mes de enero y julio. Con el objetivo de calcular el IMP, se tomó como referencia el 20 de octubre del 2010 y se calculó el tiempo transcurrido desde la última intervención hasta esta fecha, para cada uno de los equipos que hacen parte del inventario para el mantenimiento.

## **6.6 FASE 6: DEFINICIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

La definición de indicadores permite llevar un control y evaluación de la gestión de mantenimiento de equipos médicos para mejorar los resultados de la misma. Con el objetivo de llevar a cabo lo anterior, se asumen las siguientes actividades:

**6.6.1 Definición de los indicadores de gestión de mantenimiento.** Para realizar la definición de los diferentes indicadores se debe tener en cuenta una recopilación de la información, así como también las diferentes ecuaciones establecidas para cada uno de los mismos.

La definición de los indicadores de gestión se puede observar a continuación:

**6.6.1.1 Indicador de disponibilidad.** El indicador de disponibilidad se definió teniendo en cuenta la información recopilada de las horas programadas de operatividad al mes (HPOM) de los entornos y de los equipos ubicados en cada uno de estos. Por otro lado, para las horas reales se tuvo en cuenta el horario de operatividad por día de los equipos médicos ubicados en sus respectivas áreas, para lo cual se consideraron dos condiciones:



**Primera condición:** El técnico pone en *fuera de servicio* el equipo médico/hospitalario debido a que este tiene una falla que afecta el funcionamiento y operatividad normal del mismo en el entorno donde se encuentra ubicado. Teniendo en cuenta el horario de operatividad por día, se definió una variable denominada tiempo fuera de servicio, que es el tiempo que el equipo médico/hospitalario deja de prestar servicios durante el tiempo que debería estar disponible en el día y para definir el indicador a nivel mensual, se lleva a cabo una sumatoria de los tiempos fuera de servicio que el equipo dejó de prestar servicios durante el mes. Por lo tanto este indicador se definió de la siguiente manera:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Real}}{\text{Programado}} 100 = \frac{\text{HPOM} - \sum \text{tiempo fuera de servicio}}{\text{HPOM}} 100$$

**Segunda condición:** El técnico deja *en servicio* el equipo médico/hospitalario debido a que este no tiene una falla mayor que afecte la operatividad normal del mismo en el entorno donde se encuentra ubicado.

Sin embargo se debe considerar el tiempo en el cual se le hizo el mantenimiento correctivo (tiempo de no disponibilidad), teniendo en cuenta el horario de operatividad por día del equipo médico/hospitalario bajo cuestión. Para establecer el indicador a nivel mensual, se debe realizar una sumatoria de los tiempos de no disponibilidad que el equipo presentó al mes. Para esta condición el indicador se definió de la siguiente manera:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Real}}{\text{Programado}} 100 = \frac{\text{HPOM} - \sum \text{Tiempo no disponibilidad}}{\text{HPOM}} 100$$

**6.6.1.2 Indicador de cumplimiento en tiempo y en eventos del plan de mantenimiento preventivo.** Para el indicador de *cumplimiento en tiempo y en eventos* se tuvieron en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$\text{Cumplimiento en tiempo \%} = \frac{\text{Horas realizadas}}{\text{Horas planificadas}}$$

$$\text{Cumplimiento en eventos \%} = \frac{\text{Mantenimientos realizados}}{\text{Mantenimientos planificados}} 100$$

**6.6.1.3 Indicador eficiencia en la utilización del fondo de tiempo.** Para la definición del indicador de *eficiencia en la utilización del fondo de tiempo*, se determinó la siguiente ecuación:

$$\text{Eficiencia \%} = \frac{T_{\text{preventivo}} + T_{\text{correctivo}}}{\text{Fondo de Tiempo}} 100$$

**6.6.1.4 Indicadores de costos.** Para la definición de los indicadores de *costos de mantenimiento y costo/hora*, se consideraron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Costos de mantenimiento \%} = \frac{\text{Gastos totales}}{\text{costos del equipamiento}} 100$$

$$\text{Costo/hora \%} = \frac{\text{Gastos totales} - \text{costo de repuestos}}{T_{\text{preventivo}} + T_{\text{correctivo}}} 100$$

**6.6.1.5 Indicador eficacia de mantenimiento correctivo.** En el caso del indicador de *eficacia de mantenimiento correctivo* se efectuará a partir de los datos registrados en la orden de trabajo de datos como fecha y hora de solicitud, reporte de servicio técnico y alta del equipo; los cuales a su vez permiten definir:

*Tiempo de respuesta* = fecha y hora de solicitud del servicio - fecha y hora reporte del servicio técnico.

*Tiempo de trabajo o mantenimiento correctivo* = fecha y hora de alta del equipo - fecha y hora de reporte técnico

*Tiempo de cambio de estado* = fecha y hora de alta del equipo - fecha y hora de solicitud del servicio; ó *Tiempo de cambio de estado* = Tiempo de respuesta + Tiempo de correctivo

Para la definición de este indicador se tendrán en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$T_{\text{promedio del correctivo \%}} = \frac{\sum \text{Tiempo correctivo}}{\# \text{ solicitudes}} 100$$

$$T_{\text{promedio cambio de estado \%}} = \frac{\sum \text{tiempo cambio de estado}}{\# \text{ solicitudes}} 100$$

$$T_{\text{respuesta promedio \%}} = \frac{\sum \text{Tiempo de respuesta}}{\# \text{ de solicitudes}} 100$$

**6.6.1.6 Indicador de falsas solicitudes.** Para la definición del indicador *falsas solicitudes* se desarrolló la siguiente ecuación:

$$\text{Falsas solicitudes \%} = \frac{\text{\# de falsas solicitudes}}{\text{\# de solicitudes}} \cdot 100$$

En este caso se asumió por criterio propio que un porcentaje mayor al 10 % indica que hay una necesidad de entrenamiento o capacitación del personal del servicio médico en relación con la tecnología instalada. Esto con el objetivo de tener un mayor control de la capacitación del personal de mantenimiento. Por ejemplo, de 10 solicitudes no puede haber más de una falsa solicitud generada.

Finalmente, con el objetivo de entender mejor la dinámica de la gestión de mantenimiento, se realizó un diagrama de flujo de datos (VER ANEXO L). En este, se tuvieron en cuenta todas las entradas, procesos y salidas que posteriormente sirvieron para definir, evaluar e interpretar los indicadores. De esta manera el personal técnico podrá tomar decisiones sobre la elección de estrategias o planes necesarios para mejorar en los aspectos de la gestión de mantenimiento que presentan puntos débiles. Además, para cada indicador se realizó un diagrama de flujo, en donde se visualiza los procesos del cálculo y sus condiciones de evaluación.

**6.6.2 Recopilación de información de las diferentes variables empleadas en los indicadores de gestión.** Una vez consultado con el técnico acerca de los valores de las diferentes variables (costos, cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo, entre otros), se notó que no hay suficiente información en este sentido. Por lo tanto para los datos que no están registrados, se sugiere que en un futuro se diseñe y desarrolle un sistema, en el cual el usuario pueda ingresar dichos datos, en la medida que vaya realizando la gestión de mantenimiento.

**6.6.2.1 Indicador de disponibilidad.** En el indicador de disponibilidad se consideró el número de horas que las áreas o entornos están en estado de operatividad o funcionalidad al mes (HPOM). Estas horas a su vez, sirvieron para determinar la disponibilidad de los equipos médicos/hospitalarios que se encuentran en cada uno de los entornos.

Además, se tuvo en cuenta el horario de funcionamiento u operatividad de los equipos médicos/hospitalarios por día, con el propósito de dar a conocer al personal médico y técnico si el equipo no estuvo disponible durante el tiempo que presta servicios al paciente.

**6.6.2.2 Indicador de cumplimiento en tiempo y en eventos.** Con el objetivo de recopilar la información necesaria para el indicador de cumplimiento en eventos se

tuvo en cuenta el plan anual, el cual contiene los equipos médicos que hacen parte del inventario para mantenimiento con su correspondiente frecuencia de intervención.

Para el indicador de cumplimiento en tiempo, se considera el total de horas de la carga para el plan anual del mantenimiento preventivo (horas planificadas) y las horas realizadas de dicho mantenimiento al año.

**6.6.2.3. Indicador de eficiencia en la utilización del fondo de tiempo.** Para el indicador de eficiencia en la utilización del fondo del tiempo, se consideró el total del fondo del tiempo, el cual fue calculado a partir del análisis hecho en el diseño del plan anual.

**6.6.2.4 Indicadores de costos de mantenimiento y costo/hora.** El indicador de *costo de mantenimiento* sólo aplicó para los equipos médicos que fueron adquiridos de forma directa por la institución, para conocer si estos son más elevados que los costos de adquisición. Para obtener esta información, se recurrió al área administrativa de la institución.

En cuanto al gasto total semestral y anual se tuvo en cuenta:

- Insumos (materiales para mantenimiento preventivo y correctivo)
- Mano de obra del técnico del área de mantenimiento (costo de mano de obra/hora).
- Costos de repuestos (dato de la orden de trabajo que será actualizado, una vez el sistema sea implementado).

Para el *indicador costo/hora* se consideró el gasto total anual y semestral, sin tener en cuenta los costos de repuestos.

**6.6.2.5 Indicador de eficacia del mantenimiento correctivo.** Para la recopilación de la información requerida en el desarrollo del indicador de eficacia de mantenimiento correctivo, es necesario que en un futuro se desarrolle un sistema, en el cual el personal técnico pueda ingresar datos tales como: las fechas de solicitud del servicio (es cuando el área de administrativa solicita un servicio de mantenimiento correctivo al personal técnico), reporte del servicio técnico (es cuando el personal técnico registra el problema encontrado y la acción tomada para realizar el mantenimiento correctivo), alta del equipo (es cuando el técnico repara el equipo médico/hospitalario). Además se sugiere que dicho sistema permita el conteo de número de solicitudes.

**6.6.2.6 Indicador de falsas solicitudes.** En el indicador de falsas solicitudes, el técnico registra a partir de la orden de trabajo si se ha presentado o no una falsa

llamada. Por lo tanto, se recomienda que el sistema sugerido anteriormente, guarde un registro que permita comparar esta información (falsas llamadas) con el número de solicitudes y así establecer un control de dicho indicador.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 RESULTADOS FASE 1: ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO FÍSICO - FUNCIONAL

**7.1.1 Recolección de información y documentación del inventario de equipos médicos y hospitalarios.** Después de obtener el inventario de equipos médicos/hospitalarios de la institución, se observó y actualizó datos tales como: *equipo, marca, modelo, serie, código, ubicación, responsable del mantenimiento y nivel de riesgo*. Además de lo anterior, se decidió agregar otros datos tales como: tipos de manuales (usuario, servicio, mantenimiento y operación) y forma de adquisición, bien sea de forma directa (el equipo médico/hospitalario fue comprado directamente por la institución) o no aplica (equipos médicos/hospitalarios que fueron donados por otras instituciones o cuyos costos de adquisición no se encuentran registrados). Lo anterior representa una información y un recurso necesario para organizar la gestión de mantenimiento (Ver Anexo A).

Con la información agregada en el inventario físico- funcional, se logró considerar otros aspectos importantes tales como:

- Determinar que equipos médicos/hospitalarios cuentan con manual/es (usuario, servicio, entre otros); esto con el fin de brindar una ayuda técnica al personal de mantenimiento e información sobre posibles dudas acerca del principio de funcionamiento, mantenimiento y operación de los equipos.
- Especificar que equipos médicos/hospitalarios fueron adquiridos de forma directa o cuales fueron donados o no tienen registro de adquisición. De esta manera se puede llevar un control por medio de indicadores de costos que apunten hacia los equipos que fueron adquiridos directamente. Por lo tanto, estos permiten obtener resultados que ayudan a realizar una relación de costo-efectivo y finalmente determinar cuáles equipos generan pérdidas económicas para la institución.

**7.1.2 Evaluación y verificación de los expedientes de los equipos médicos y hospitalarios.** Para la evaluación y verificación del formato y el contenido del expediente de los equipos médicos/hospitalarios empleado en el área de mantenimiento de la institución, se realizó una comparación con la información básica que debe contener dicho expediente<sup>22</sup>. En este caso no se incluyeron nuevos datos al contenido del mismo, pero se vio la necesidad de excluir el dato

---

<sup>22</sup> *Ibíd.*, p. 74

de planificación del mantenimiento preventivo, ya que estaba incluido en el inventario para el mantenimiento. Además, se pudo analizar que tenía falencias en cuanto a la formulación de las unidades métricas (parte contenida en el expediente del equipo como características técnicas). Por lo tanto se corrigieron con base en el Sistema Internacional de Unidades<sup>23</sup> (Ver Anexo B).

La evaluación y verificación de los expedientes de los equipos médicos/hospitalarios manejados por la institución, permiten dar a conocer la información necesaria y de interés al personal de mantenimiento a la hora de obtener datos correctos y estandarizados del fabricante del equipo médico/hospitalario o de las características técnicas del mismo (Sistema Internacional de Unidades).

Por otro lado, al estandarizar la nomenclatura de los equipos médicos (UMDNS), permite al personal de mantenimiento identificar y hacerle un seguimiento al equipo médico/hospitalario cuando se reporten fallas, que generen llamados o alertas al fabricante del mismo.

## **7.2 FASE 2: ESTABLECIMIENTO DEL INVENTARIO PARA EL MANTENIMIENTO**

**7.2.1 Asignación de prioridad a partir de una evaluación integral de cada equipo, según el riesgo.** Antes de realizar la evaluación integral, se decidió establecer un nuevo rango para definir de una forma más precisa el peso de sobre utilización (el cual hace parte de las condiciones de explotación); teniendo en cuenta las horas programadas de operatividad al mes de las diferentes áreas donde se encuentran los equipos médicos/hospitalarios. Este rango se puede ver a continuación:

**Cuadro 3. Definición de rango para criterio de condiciones de explotación**

<b>Condiciones de explotación</b>	
<b>Sobre utilización</b>	<b>Rango</b>
Extensivo	3
Promedio	2
Mínimo	1

<sup>23</sup> HELLÍN, Javier. El Sistema Internacional de Unidades: aspectos prácticos para la escritura de textos en el ámbito de las ciencias de la salud [en línea]. Madrid: TREMÉDICA, 2004. [Consultado el 20 de octubre del 2010]. Disponible en Internet: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/cirugiamaxilo/sisintunidades.pdf>

La evaluación integral permitió determinar lo siguiente: 49 equipos médicos y hospitalarios hacen parte del inventario para el mantenimiento, 96 equipos son considerados para el mantenimiento planificado del entorno y 9 equipos para el mantenimiento correctivo (Ver Anexo C).

La evaluación integral de los equipos médicos y hospitalarios sirvió para organizar y diseñar el inventario para el mantenimiento, el cual contiene la siguiente información:<sup>24</sup>

- Nombre y código del equipo
- N° en el inventario
- Ubicación del equipo
- Nivel de prioridad
- Frecuencia de inspecciones y mantenimiento preventivo

Además, se tuvo en cuenta el tipo y clase de los equipos médicos para la gestión de mantenimiento orientado a riesgos y se ordenaron de mayor a menor según el nivel de prioridad (Ver Anexo D).

Dado a que el inventario para el mantenimiento sirve para determinar que equipos médicos y hospitalarios serán incluidos en el plan de mantenimiento anual, también se consideraron los equipos con nivel de riesgo medio ya que serán atendidos durante la inspección o el mantenimiento planificado del entorno. Por esta razón, se agruparon los equipos por entornos.

#### **Cuadro 4. Entorno de Laboratorio Clínico**

<b>Equipo médico</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clase</b>	<b>Frecuencia mantenimiento (veces/año)</b>	<b>Pi</b>
Agitador	LAB01	B	I	2	6
Baño de María	LAB02	B	I	2	6
Centrífuga	LAB03	B	I	1	6
Centrífuga	LAB04	B	I	1	6
Centrífuga	LAB05	B	I	1	6

<sup>24</sup> RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. La praxis en la gestión de equipos médicos SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2003. Pág. 2 - 3.



Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Frecuencia mantenimiento (veces/año)	Pi
Centrifuga	LAB06	B	I	1	6
Horno de secado	LAB07	B	I	2	6
Esterilizador por vapor de agua de mesa	LAB08	NA	NA	2	6
Microscopio	LAB10	B	I	2	6
Microscopio	LAB11	B	I	2	6
Contador de células	LAB19	NA	NA	2	6
				Frecuencia de mantenimiento entorno	2

### Cuadro 5. Entorno de Fisioterapia

Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Frecuencia mantenimiento (veces/año)	Pi
Hidrocolector	FT02	B	I	1	9
Máquina de masaje para fisioterapia	FT03	B	I	1	10
Máquina de masaje para fisioterapia	FT04	B	I	1	10
				Frecuencia de mantenimiento entorno	2

**Cuadro 6. Entorno de Terapia**

Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Frecuencia mantenimiento (veces/año)	Pi
Banda trotadora	TP02	NA	NA	2	9
Máquina de masaje para fisioterapia	TP04	B	I	1	10
Espirómetro	TP03	BF	II	1	11
Succionador	TP01	BF	I	1	10
Nebulizador	TP05	BF	I	1	9
Nebulizador	TP06	BF	I	1	9
Nebulizador	TP07	BF	I	1	9
Nebulizador	TP08	BF	I	1	9
Nebulizador	TP09	BF	I	1	9
Nebulizador	TP10	BF	I	1	9
Nebulizador	TP11	BF	I	1	9
Nebulizador	TP12	BF	I	1	9
				<b>Frecuencia de mantenimiento entorno</b>	2

El entorno de Hospitalización comprende las áreas de sala San Roque, sala Mariana, y sala Pensionados.

**Cuadro 7. Entorno de Hospitalización**

Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Frecuencia mant. (veces/año)	Pi
Balanza análoga	SSR05	B	NA	2	5
Balanza electrónica	SSR04	B	I	2	5

Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Frecuencia mant. (veces/año)	Pi
Balanza análoga	SM08	B	NA	2	5
Balanza electrónica	SM07	B	I	2	5
Balanza electrónica	SLH04	B	I	2	5
Nebulizador	SSR09	BF	I	1	9
Succionador	SSR06	BF	I	1	10
Succionador	SSR07	BF	I	1	10
Nebulizador	SM03	BF	I	1	9
Nebulizador	SM05	BF	I	1	9
Succionador	SM09	BF	I	1	10
Nebulizador	SP03	BF	I	1	9
Nebulizador	SLH02	BF	I	1	9
Nebulizador	SLH03	BF	I	1	9
Succionador	SSR08	BF	I	1	10
			<b>Frecuencia de mantenimiento entorno</b>	2	

### Cuadro 8. Entorno de Urgencias

Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Frecuencia mant. (veces/año)	Pi
Balanza electrónica	URG11	B	I	2	7
Balanza electrónica	URG14	B	I / ALIMENTADO INTERNAMENTE	2	7
Nebulizador	URG07	BF	I	1	11
Nebulizador	URG08	BF	I	1	11

Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Frecuencia mant. (veces/año)	Pi
Nebulizador	URG20	BF	I	1	11
Nebulizador	URG21	BF	I	1	11
Succionador	URG17	BF	I	1	12
Succionador	URG18	BF	I	1	12
Nebulizador	URG09	BF	I	1	11
<b>Frecuencia de mantenimiento entorno</b>				2	

### Cuadro 9. Entorno de Odontología

Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Frecuencia mant. (veces/año)	Pi
Esterilizador por vapor de agua de mesa	ODO19	NA	I	2	8
Amalgamador	ODO18	NA	I	2	5
Amalgamador	ODO01	NA	I	2	5
Cavitron	ODO02	NA	I	2	6
Lámpara de fotocurado	ODO05	NA	I	2	6
Lámpara de foto curado	ODO06	NA	I	2	6
Lámpara de foto curado	ODO20	NA	I	2	6
Lámpara de Foto curado	ODO21	NA	I	2	6
Unidad Móvil	ODO08	NA	I	2	5
Unidad odontológica	ODO09	NA	I	2	7
Unidad odontológica	ODO10	NA	I	2	7
Unidad odontológica	ODO11	NA	I	2	7
Unidad odontológica	ODO12	NA	I	2	7
Unidad odontológica	ODO13	NA	I	2	7

<b>Equipo médico</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clase</b>	<b>Frecuencia mant. (veces/año)</b>	<b>Pi</b>
Compresor	ODO14	NA	I	2	6
Compresor	ODO15	NA	I	2	6
Compresor	ODO16	NA	I	2	6
				<b>Frecuencia mantenimiento del entorno</b>	2

### **Cuadro 10. Entorno de Oftalmología**

<b>Equipo medico</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clase</b>	<b>Frecuencia mant. (veces/año)</b>	<b>Pi</b>
Lensometro	Oftal01	B	I	2	6
Unidad oftálmica	Oftal03	B	I	2	7
				<b>Frecuencia mantenimiento del entorno</b>	2

### **Cuadro 11. Entorno Quirófano**

<b>Equipo médico</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clase</b>	<b>Frecuencia mant. (veces/año)</b>	<b>Pi</b>
Balanza análoga	AD01	NA	NA	2	5
Balanza análoga	AD02	NA	NA	2	5
Lámpara cielítica	Qx03	B	I	2	6
Manta para hipo/hipertermia	Qx05	B	I	1	11
Microscopio	Qx07	B	I	2	6
Intensificador de Imágenes	Qx14	B	I	2	10

<b>Equipo médico</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clase</b>	<b>Frecuencia mant. (veces/año)</b>	<b>Pi</b>
Lámpara cielítica	Qx10	B	I	2	6
Lámpara cielítica	Qx18	B	I	2	6
Lámpara cielítica	Qx19	B	I	2	6
Lámpara Cielítica	Qx31	B	I	2	6
Succionador	Qx26	BF	I	1	11
				<b>Frecuencia mantenimiento del entorno</b>	2

### **Cuadro 12. Entorno de Lavandería**

<b>Equipo médico</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clase</b>	<b>Frecuencia mant. (veces/año)</b>	<b>Pi</b>
Secadora	LAV01	NA	I	4	5
Secadora	LAV02	NA	I	4	5
Lavadora	LAV03	NA	I	4	5
Lavadora	LAV04	NA	I	4	5
Centrifuga	LAV05	NA	I	1	5
				<b>Frecuencia mantenimiento del entorno</b>	4

**Cuadro 13. Entorno de Mantenimiento**

<b>Equipo médico</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Clase</b>	<b>Frecuencia mant. (veces/año)</b>	<b>Pi</b>
Planta eléctrica	MT01	NA	I	2	8
Compresor	MTO2	NA	I	2	5
Bomba de vacío	MT03	NA	I	1	7
<b>Frecuencia mantenimiento del entorno</b>				2	

**Cuadro 14. Entorno de Esterilización**

<b>Equipo médico</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>clase</b>	<b>Frecuencia mant. (veces/año)</b>	<b>Pi</b>
Esterilizador por vapor de agua	CE01	NA	I	2	7
Esterilizador por vapor de agua	CE02	NA	I	2	7
Esterilizador de óxido de etileno	CE05	NA	I	4	7
<b>Frecuencia mantenimiento del entorno</b>				4	

**Cuadro 15. Entorno de Dermatología**

Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Frecuencia mant. (veces/año)	Pi
Microscopio	Dem01	B	I	2	5
				Frecuencia mantenimiento del entorno	2

**Cuadro 16. Entorno de Audiología**

Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Frecuencia mant. (veces/año)	Pi
Audiómetro	Aud01	B	I	2	10
Impedanciometro	Aud02	B	I	2	10
				Frecuencia mantenimiento del entorno	2

**Cuadro 17. Entorno de Otorrino**

Equipo medico	Código	Tipo	clase	Frecuencia mant. (veces/año)	Pi
Succionador	Oto04	BF	1	1	10
				Frecuencia de mantenimiento entorno	2



**Cuadro 18. Entorno de Endocrinología**

Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Frecuencia mant. (veces/año)	Pi
Balanza análoga	Endo01	NA	NA	2	5
				Frecuencia de mantenimiento entorno	2

Los equipos médicos y hospitalarios que se definieron para hacer parte del mantenimiento correctivo son:

**Cuadro 19. Equipos médicos y hospitalarios para el mantenimiento correctivo**

Equipo médico	Código	Tipo	Clase	Pi
Procesador de película	RX02	NA	I	4
Frontoluz	Oto02	NA	I	4
Otoscopio	Oto03	B	I	4
Mesa de cirugía	CIR01	B	I	4
Mesa de cirugía	CIR02	B	I	4
Mesa de cirugía	CIR03	B	I	4
Mesa de cirugía	CIR04	B	I	4
Oftalmoscopio	Oftal02	B	I	4

Teniendo en cuenta lo realizado anteriormente, el inventario para el mantenimiento logra mejorar la gestión en aspectos tales como:

Efectuar los protocolos de inspección y mantenimiento preventivo enfocándose principalmente en los equipos de alto y medio riesgo o equipos en los que una falla pueda causar la muerte de un paciente; teniendo en cuenta que el técnico realizaba un mantenimiento preventivo a todos los equipos del inventario físico – funcional, sin considerar su nivel de riesgo (seguridad eléctrica) y prioridad (Pi).

Ordenar los equipos médicos de alto nivel de prioridad, con el fin de organizarlos de una forma más adecuada en el plan de mantenimiento anual.

### **7.3 RESULTADOS FASE 3: EVALUACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS MÉDICOS**

**7.3.1 Evaluación y re diseño de los procedimientos para la inspección y el mantenimiento preventivo de los diferentes equipos médicos.** Haciendo una revisión del formato de inspección y mantenimiento preventivo diseñado por ECRI, se consideró importante tener en cuenta las siguientes partes:

- Nombre del equipo, N° de procedimiento, código, intervalo ECRI e intervalo del hospital
- Fecha y hora de inicio
- Fecha y hora de terminación
- Pruebas cualitativas
- Prueba de aceptación
- Mantenimiento preventivo
- Lista de comprobación (pruebas cualitativas, tareas de mantenimiento preventivo y pruebas de aceptación)
- Material gastable, herramientas y equipos de prueba
- Pruebas cuantitativas: prueba de seguridad eléctrica para equipos médicos tipo B, BF, CF y clase I, II; según norma IEC 60601-1. (Ver Anexo E)
- Observaciones

Se muestra como ejemplo el formato de inspección y mantenimiento preventivo del Eco-cardiógrafo, con las partes descritas anteriormente. (Ver Anexo F).

Se debe tener en cuenta que el formato mencionado anteriormente, fue diseñado de igual manera para los equipos del inventario para el mantenimiento (Ver Anexo D).

Para el mantenimiento planificado del entorno se muestra como ejemplo el formato de inspección y mantenimiento planificado del entorno del laboratorio clínico (Ver Anexo G).

Mediante los formatos de inspección y mantenimiento preventivo desarrollados, se logran considerar aspectos que anteriormente no se tenían en cuenta como lo son las pruebas de seguridad eléctrica; material gastable, herramientas y equipos de prueba utilizados, entre otros. Esto con el objetivo de efectuar un mantenimiento más complejo, que alargue la vida útil de los equipos médicos y ofrezca una mayor seguridad a los pacientes.

Debido a que el técnico solo realiza tareas de mantenimiento preventivo (limpieza integral, lubricación, entre otros) a los equipos médicos/hospitalarios, el formato desarrollado de inspección y mantenimiento planificado del entorno permite además, inspeccionar y mantener en buen estado de funcionamiento los entornos de la institución. Mediante este formato se pueden realizar pruebas cualitativas, cuantitativas, entre otras; tanto para los equipos médicos/hospitalarios como para los elementos del entorno.

#### **7.4 RESULTADOS FASE 4: EVALUACIÓN Y MODIFICACIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO, TENIENDO EN CUENTA LOS REQUERIMIENTOS Y PARTES DE UN MODELO BÁSICO.**

Las órdenes de trabajo son documentos los cuales muestran la actividad o actividades de mantenimiento que pueden ser producto de acciones correctivas, preventivas o inspecciones. Estos documentos son tramitados por el área de mantenimiento de la institución.

En la institución el área de mantenimiento ha manejado un formato de orden de trabajo para mantenimiento correctivo o preventivo, que se presentan como solicitudes de servicio de mal funcionamiento u operación de equipos médicos u hospitalarios, con el objetivo de restaurar o inspeccionar dichos equipos.

**7.4.1 Diseño y evaluación de las órdenes de trabajo de los equipos médicos, teniendo en cuenta las partes y requerimientos de un modelo básico.** Teniendo en cuenta la información básica que debe estar contenida en la orden de trabajo, se comparó con la orden de trabajo establecida por la institución.

Posteriormente, se rediseñó junto con el técnico una orden de trabajo que pudiera contener la información básica requerida, tal como: código del equipo, fecha de solicitud, fecha de reporte técnico, persona que solicita el servicio y cargo, tipo de mantenimiento (correctivo o preventivo), descripción detallada de solicitud de servicio, responsable del mantenimiento, datos del equipo (equipo, marca, modelo, serie), especificaciones del servicio, materiales y repuestos (cantidad, descripción, costo unidad, costo total), observaciones, fecha de alta del equipo, firmas de quien recibe, aprueba el servicio y del responsable del mantenimiento. Además se agregaron dos casillas de validación denominadas fuera de servicio y falsa solicitud. (Ver Anexo H).

En el formato de orden de trabajo desarrollado se agregaron datos tales como:

- Los costos de los materiales y repuestos, para poder llevar un control del indicador costo/hora y costos de mantenimiento de los equipos que fueron adquiridos de forma directa por la institución.
- Nuevas casillas de validación denominadas equipo fuera de servicio y falsas solicitudes, para el control del indicador de disponibilidad y con el propósito de saber si hay una adecuada capacitación del personal de servicio médico.

Por otro lado se vio la necesidad de diferenciar las fechas de solicitud, reporte de servicio técnico y alta del equipo dado a que son importantes para el cálculo del indicador de eficacia del mantenimiento correctivo como el de disponibilidad. Esto permite que no se obtengan resultados erróneos y por lo tanto no se hagan malas interpretaciones de los mismos; afectando la toma de decisiones y planes de acción de mejoramiento por parte del personal de mantenimiento.

## 7.5 RESULTADOS FASE 5: GENERACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ANUAL DE EQUIPOS MÉDICOS, ORIENTADO A RIESGOS

**7.5.1 Diseño de un plan de mantenimiento anual.** Los intervalos IPM de los equipos médicos del inventario para el mantenimiento, se establecieron de acuerdo a la siguiente figura:

**Figura 5. Intervalos entre inspecciones y mantenimientos preventivos recomendados por ECRI**

### Initial Review List of IPM Procedure Frequencies

Many of the procedures in this manual provide additional guidance on IPM intervals.

Procedure	No.	Times/Yr	Procedure	No.	Tim
Anesthesia Unit Vaporizers	434-0595	2	Infant Incubators	415-0595	1
Anesthesia Unit Ventilators	461-0595	2	Infusion Devices	414-0595	1
Anesthesia Units	400-0595	2	Intra-Aortic Balloon Pumps	432-0595	2
Apnea Monitors	420-0595	1	Isolated Power Systems	439-0595	2
Argon Surgical Lasers	462-0595	2	Laparoscopic Insufflators	466-0595	1
Aspirators, Emergency and Tracheal	433-0595	2	Mammography Units	467-0595	2
Autotransfusion Units	449-0595	2	Medical Gas/Vacuum Systems	440-0595	1
Beds, Electric	402-0595	1	Mobile C-arms	463-0595	2
Blood Pressure Monitors, Electronic Indirect	454-0595	1	Mobile X-ray Units	468-0595	2
Blood Pressure Monitors, Invasive	434-0595	1	Nid-YAG Surgical Lasers	447-0595	2
Blood/Solution Warmers	445-0595	1	Oxygen-Air Proportioners	444-0595	1
Capnometers and Multiple Medical Gas Monitors	450-0595	1	Oxygen Analyzers	417-0595	1
Carbon Dioxide Surgical Lasers	446-0595	1	Pacemakers, External Invasive	418-0595	1
Cardiac Resuscitators	421-0595	2	Pacemakers, External Noninvasive	460-0595	2
Centrifuges	456-0595	1	Peritoneal Dialysis Units	455-0595	2
Circulating-Fluid Pumps	412-0595	1	Phototherapy Units	469-0595	1
Conductive Furniture and Floors	441-0595	2	Physical Therapy Ultrasound Units	470-0595	1
Critical Care Ventilators	458-0595	2	Pneumatic Tourniquets	433-0595	2
Cryosurgical Units	457-0595	1	Portable Ventilators	471-0595	2
Defibrillation Monitors	408-0595	2	Pressure Transducers	435-0595	2
Defibrillators	407-0595	2	Pulmonary Resuscitators, Gas-Powered	448-0595	1
ECG Monitors	409-0595	1	Pulse Oximeters	422-0595	1
Electrical Receptacles	437-0595	1	Radiant Warmers	451-0595	1
Electrocardiographs	410-0595	1	Radiographic Units, General-Purpose	472-0595	2
Electrosurgical Units	411-0595	2	Radiography/Fluoroscopic Units, General-Purpose	473-0595	2
Frequency-Doubled Nid-YAG Surgical Lasers	464-0595	2	Smoke Evacuators	452-0595	12
General Devices	438-0595	Varies	Sphygmomanometers	424-0595	1
Heart-Lung Bypass Units	430-0595	24	Suction Regulators, Tracheal	459-0595	2
Heated Humidifiers	431-0595	1	Temperature Monitors	435-0595	1
Hemodialysis Units	413-0595	4	Traction Lines	427-0595	1
Hu-YAG Surgical Lasers	465-0595	2	Transcutaneous O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> Monitors	453-0595	1
Hypohyperthermia Units	414-0595	1	Ultrasound Scanners	474-0595	1

Fuente: RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. "Ingeniería Clínica" SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007. pág.73.

Puesto que no todos los intervalos IPM de los equipos médicos y/u hospitalarios del inventario para el mantenimiento se encuentran en la lista de la figura anterior, se asumieron los de otros equipos cuya función sea similar, como se muestra continuación:

**Cuadro 20. Relación de equipos médicos por función**

Equipo médico Inventario para mantenimiento	Equipos médicos según figura 5
Coagulador	Unidades de electro-cirugía
Eco-cardiógrafo	Escáner de ultrasonido

Cabe aclarar que los intervalos IPM de los equipos médicos y/u hospitalarios del inventario para el mantenimiento asumidos a los equipos del cuadro 20, se dejan a criterio del técnico responsable del mantenimiento de equipos médicos de la Fundación Clínica Infantil Club Noel.

Por otro lado, los intervalos IPM del estimulador neuro-muscular para fisioterapia, el estimulador eléctrico de nervios periféricos para analgesia-transcutaneo, el impedanciómetro y el audiómetro fueron establecidos de acuerdo a la experiencia del técnico responsable del mantenimiento de equipos médicos en la Fundación Clínica Infantil Club Noel.

El cálculo de la carga para el plan anual se realizó de la siguiente manera:

I = Intervalo IPM o frecuencia de mantenimiento del entorno  
H = Horas de mantenimiento promedio de los equipos médicos/hospitalarios  
Entonces (I) (H) = carga para el plan anual

Con esto se obtuvo un subtotal de 98 horas para los equipos que hacen parte del inventario para el mantenimiento y un subtotal de 124.5 horas para los equipos médicos/ hospitalarios que hacen parte del mantenimiento planificado del entorno. De esta manera se puede deducir que la carga para el plan anual es de 222.5 horas (Ver Anexo I).

El técnico tiene un contrato fijo laboral con una jornada de trabajo de ocho horas/día de lunes a viernes. Por lo tanto, el cálculo del fondo del tiempo anual que él dispone para realizar las tareas de mantenimiento se estableció con base en el siguiente análisis:

A = 8 horas de trabajo/día

B = 20 días/mes.

C = Número de horas de trabajo/ mes

Entonces:  $C = (A) (B) = (8 \text{ horas de trabajo/día}) (20 \text{ días/mes}) = 160 \text{ horas de trabajo/mes}$

Finalmente para calcular el fondo del tiempo al año se hace lo siguiente:

D = Fondo de tiempo anual

E= Numero de meses que labora al año el técnico de la institución

$D = (C) (E) = (160 \text{ horas de trabajo/mes}) (12 \text{ meses/año}) = 1920 \text{ horas de trabajo al año.}$

$(D) (0.35) = (1920 \text{ horas de trabajo al año}) (0.35) = 672 \text{ horas estimadas de trabajo al año para mantenimiento preventivo.}$

Para el caso del cálculo del tiempo anual que el técnico le debe dedicar al mantenimiento correctivo, se toma el mismo porcentaje:

$(1920 \text{ horas de trabajo al año}) (0.35) = 672 \text{ horas estimadas de trabajo al año para mantenimiento correctivo.}$

Teniendo en cuenta que el fondo de tiempo para mantenimiento preventivo es suficiente para suplir la carga para el plan anual, este puede ser elaborado y por lo tanto se puede llevar a cabo por el técnico de la institución (VER ANEXO J).

Para la *planificación anual de los mantenimientos de los entornos* se tuvieron en cuenta las frecuencias de inspección y la carga que presenta cada uno de estos (Ver Anexo K).

Para determinar el número de días de la planificación anual de los entornos, se establecieron las siguientes variables:

- Tiempo promedio de inspección y mantenimiento = (Cantidad de elementos entorno) (Tiempo promedio de inspección y mantenimiento del elemento del entorno)
- Equivalente en horas = Tiempo promedio de mantenimiento de equipos médicos/hospitalarios + Tiempo promedio inspección y mantenimiento

A continuación se muestran tanto las especificaciones del tiempo promedio de inspección y mantenimiento del elemento del entorno como el cálculo del número de días de la planificación anual de los entornos:

**Cuadro 21. Especificaciones del tiempo promedio de inspección y mantenimiento del elemento del entorno**

Elementos del entorno	Tiempo promedio de inspección y mantenimiento del elemento del entorno (minutos)
Receptáculos eléctricos	5
Toma de aire medicinal	10
Toma de óxido nitroso	10
Toma de vacío	10
Toma de oxígeno	10
Aire acondicionado	40
Bombillos ahorradores	5
Tubos fluorescentes (tipo slim)	10

Los tomas de aire medicinal, óxido nitroso y vacío, se asumen como tomas de gases medicinales. Además, los bombillos ahorradores y los tubos fluorescentes (tipo Slim) se asumen como partes de la luminaria.

**Cuadro 22. Cálculo del número de días para el mantenimiento planificado del entorno**

Entorno	Cantidad elementos del Entorno	Tiempo Promedio Inspección y mantenimiento (minutos )	Tiempo promedio de mantenimiento de equipos médicos/hospitalarios (minutos)	Equivalente en Horas	Equivalente en Días
Quirófano	24 Receptáculos Eléctricos	120	365	16,75	5
	28 Luminaria	280			
	1 Aire Acondicionado	40			
	6 Tomas Oxígeno	60			
	14 Tomas de Gases	140			
Oftalmología	2 Receptáculos Eléctricos	10	70	2,67	1
	4 Luminaria	40			
	1 Aire	40			
Lavandería	6 Receptáculos Eléctricos	30	600	11,83	3
	8 Luminaria	80			
Mantenimiento	11 Receptáculos Eléctricos	55	300	8,25	3
	14 Luminaria	140			
Esterilización	8 Receptáculos Eléctricos	40	210	6,17	2
	12 Luminaria	120			

Entorno	Cantidad elementos del Entorno	Tiempo Promedio Inspección y mantenimiento (minutos )	Tiempo promedio de mantenimiento de equipos médicos/hospitalarios (minutos)	Equivalente en Horas	Equivalente en Días
Dermatología	4 Receptáculos Eléctricos	20	45	2,42	1
	4 Luminaria	40			
	1 Aire	40			
Audiología	5 Receptáculos Eléctricos	25	60	2,75	1
	4 Luminaria	40			
	1 Aire Acondicionado	40			
Otorrino	2 Receptáculos Eléctricos	10	30	1,67	1
	2 Luminaria	20			
	1 Aire	40			
Laboratorio Clínico	23 Receptáculos Eléctricos	115	345	13,16	4
	30 Luminaria	290			
	1 Aire	40			
Fisioterapia	8 Receptáculos Eléctricos	40	60	3	1
	4 Luminaria	40			
	1 Aire Acondicionado	40			
Terapia	28 Receptáculos Eléctricos	140	330	9,5	3
	10 Luminaria	100			
Hospitalización	99 Receptáculos Eléctricos	495	400	35,58	9
	87 Luminaria	870			
	37 Tomas de oxígeno	370			
Urgencias	19 Receptáculos Eléctricos	95	250	10,41	3
	18 Luminaria	180			
	10 Tomas de oxígeno	100			
Odontología	8 Receptáculos Eléctricos	40	650	17,5	5
	32 Luminaria	320			
	1 Aire Acondicionado	40			
		40			
Endocrinología	6 Receptáculos Eléctricos	30	20	1,5	1
	4 Luminaria	40			



**7.5.2 Cálculo del índice de mantenimiento preventivo (IMP).** Para realizar el cálculo de IMP se tuvo en cuenta la siguiente ecuación:

$$IMP = P_i \frac{t}{T}$$

Donde:  $P_i$  es el nivel de prioridad,  $t$  es el tiempo transcurrido desde la última intervención y  $T$  es el tiempo mínimo entre inspecciones o mantenimientos preventivos el cual es dado por el fabricante o por la experiencia del personal de mantenimiento de la clínica. El cálculo de IMP de los equipos médicos incluidos en el plan anual de mantenimiento, se observa a continuación:

**Cuadro 23. Cálculo IMP de equipos médicos del plan anual**

Equipo	Código	Ubicación	Pi	T (días)	t (días)	IMP	Fecha último mto.
Máquina de anestesia	Qx22	SQX3	21	180	94	10,97	06/07/2010
Máquina de anestesia	Qx38	SQX2	21	180	94	10,97	06/07/2010
Máquina de anestesia	Qx06	SQX1	21	180	94	10,97	06/07/2010
Desfibrilador	URG19	URGENCIAS	21	180	93	10,85	07/07/2010
Desfibrilador	RP08	CIRUGÍA	20	180	93	10,33	07/07/2010
Desfibrilador	Qx32	TALLER	20	180	93	10,33	07/07/2010
Monitor de presión no invasiva	URG04	URGENCIAS	19	360	276	27,60	14/01/2010
Rayos x portátil	URG16	URGENCIAS	19	180	93	9,82	07/07/2010
Monitor multiparamétrico	Qx25	SQX4	19	180	92	9,71	08/07/2010
Monitor multiparamétrico	Qx21	SQX3	19	180	92	9,71	08/07/2010
Monitor multiparamétrico	Qx34	CIRUGIA	19	180	92	9,71	08/07/2010
Unidad de electrocirugía	Qx24	SQX4	19	180	87	9,18	13/07/2010
Monitor multiparamétrico	Qx11	SQX2	19	180	87	9,18	13/07/2010
Monitor multiparamétrico	Qx04	SQX1	19	180	87	9,18	13/07/2010
Unidad de electrocirugía	Qx17	SQX3	19	180	86	9,08	14/07/2010
Unidad de electrocirugía	Qx09	SQX2	19	180	86	9,08	14/07/2010
Unidad de electrocirugía	Qx37	SQX1	19	180	86	9,08	14/07/2010
Monitor de presión no invasiva	Qx36	SQX3	18	180	276	27,60	14/01/2010
Monitor de presión no invasiva	URG05	URGENCIAS	18	360	276	27,60	14/01/2010
Monitor de presión no invasiva	URG10	URGENCIAS	18	360	276	27,60	14/01/2010
Electrocardiógrafo	URG02	URGENCIAS	18	360	271	13,55	19/01/2010
Monitor de presión no invasiva	RP05	REC QX	17	180	270	25,50	20/01/2010
Monitor de presión no invasiva	Qx12	SQX2	17	180	270	25,50	20/01/2010

Equipo	Código	Ubicación	Pi	T (días)	t (días)	IMP	Fecha último mtto.
Monitor de presión no invasiva	Qx20	SQX3	17	360	269	12,70	21/01/2010
Oxímetro de pulso	URG15	S MARIANA	17	360	269	12,70	21/01/2010
Rayos x	RX03	RAYOS X	17	180	85	8,03	15/07/2010
Rayos x	RX04	RAYOS X	17	180	85	8,03	15/07/2010
Monitor de presión no invasiva	RP04	S MARIANA	17	360	90	4,25	20/07/2010
Electroencefalógrafo	ED04	ELECTROS	16	360	83	3,68	27/01/2010
Monitor de presión no invasiva	SP02	URGENCIAS	16	360	88	3,91	22/07/2010
Capnógrafo	Qx23	SQX4	16	360	263	11,69	27/01/2010
Rayos x portátil	URG16	URGENCIAS	16	180	85	7,56	15/07/2010
Monitor de presión no invasiva	SSR02	URGENCIAS	16	360	90	4,00	20/07/2010
Eco cardiógrafo	lma01	IMAGENOLOGIA	16	360	90	4,00	20/07/2010
Oxímetro de pulso	RP06	REC QX	16	360	90	4,00	20/07/2010
Oxímetro de pulso	RP07	REC QX	16	360	90	4,00	20/07/2010
Capnógrafo	Qx01	SQX1	16	360	89	3,96	21/07/2010
Capnógrafo	Qx15	SQX3	16	360	89	3,96	21/07/2010
Capnógrafo	Qx16	SQX3	16	360	89	3,96	21/07/2010
Capnógrafo	RP01	REC QX	16	360	88	3,91	22/07/2010
Capnógrafo	RP02	REC QX	16	360	88	3,91	22/07/2010
Monitor de presión no invasiva	SSR01	S SAN ROQUE	16	360	85	3,78	15/07/2010
Oxímetro de pulso	SP06	S PENSIONADOS	15	360	269	11,21	21/01/2010
Oxímetro de pulso	SLH06	URGENCIAS	15	360	264	11	26/01/2010
Coagulador	Qx28	CIRUGIA	15	180	83	6,92	27/07/2010
Coagulador	Qx29	CIRUGIA	15	180	83	6,92	27/07/2010
Estimulador neuromuscular para fisioterapia	FT01	FISIOTERAPIA	15	180	82	6,83	28/07/2010
Oxímetro de pulso	SSR03	S SAN ROQUE	15	360	264	11	26/01/2010
Estimulador eléctrico de nervios periféricos para analgesia ,transcutáneo	FT05	FISIOTERAPIA	13	180	82	5,92	28/07/2010
Estimulador eléctrico de nervios periféricos para analgesia ,transcutáneo	FT06	FISIOTERAPIA	13	180	82	5,92	28/07/2010

El plan anual de mantenimiento preventivo diseñado sirve para mejorar la gestión en los siguientes aspectos:

- Especificar los meses y los días en los cuales se deben intervenir los equipos médicos del inventario para el mantenimiento.
- Organizar los equipos médicos que se deben atender primero teniendo en cuenta el índice de mantenimiento preventivo.

- Desarrollar los protocolos de mantenimiento preventivo los equipos médicos, con base en la frecuencia de inspección establecida por el estándar internacional ECRI. De esta manera se pretende que el técnico realice las intervenciones de acuerdo al estándar mencionado y no como de costumbre lo viene haciendo (trimestralmente), lo cual puede acortar la vida útil del equipo.
- Brindar información necesaria para el indicador de cumplimiento en eventos del plan de mantenimiento preventivo y con ello llevar un control del desarrollo de los mantenimientos planificados. Esto es importante para prever el mal funcionamiento de los equipos médicos debido a fallas ocasionadas por falta de intervenciones adecuadas.

El diseño de la planificación de mantenimiento de los entornos, permite determinar las frecuencias de inspección de los mismos y organizar el número de días en que se deben intervenir, dependiendo de los elementos y equipos médicos/hospitalarios que se encuentran en cada uno de estos. Lo mencionado anteriormente sirve para garantizar la seguridad, el buen funcionamiento y estética, tanto de los equipos como de los entornos.

## **7.6 RESULTADOS FASE 6: DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

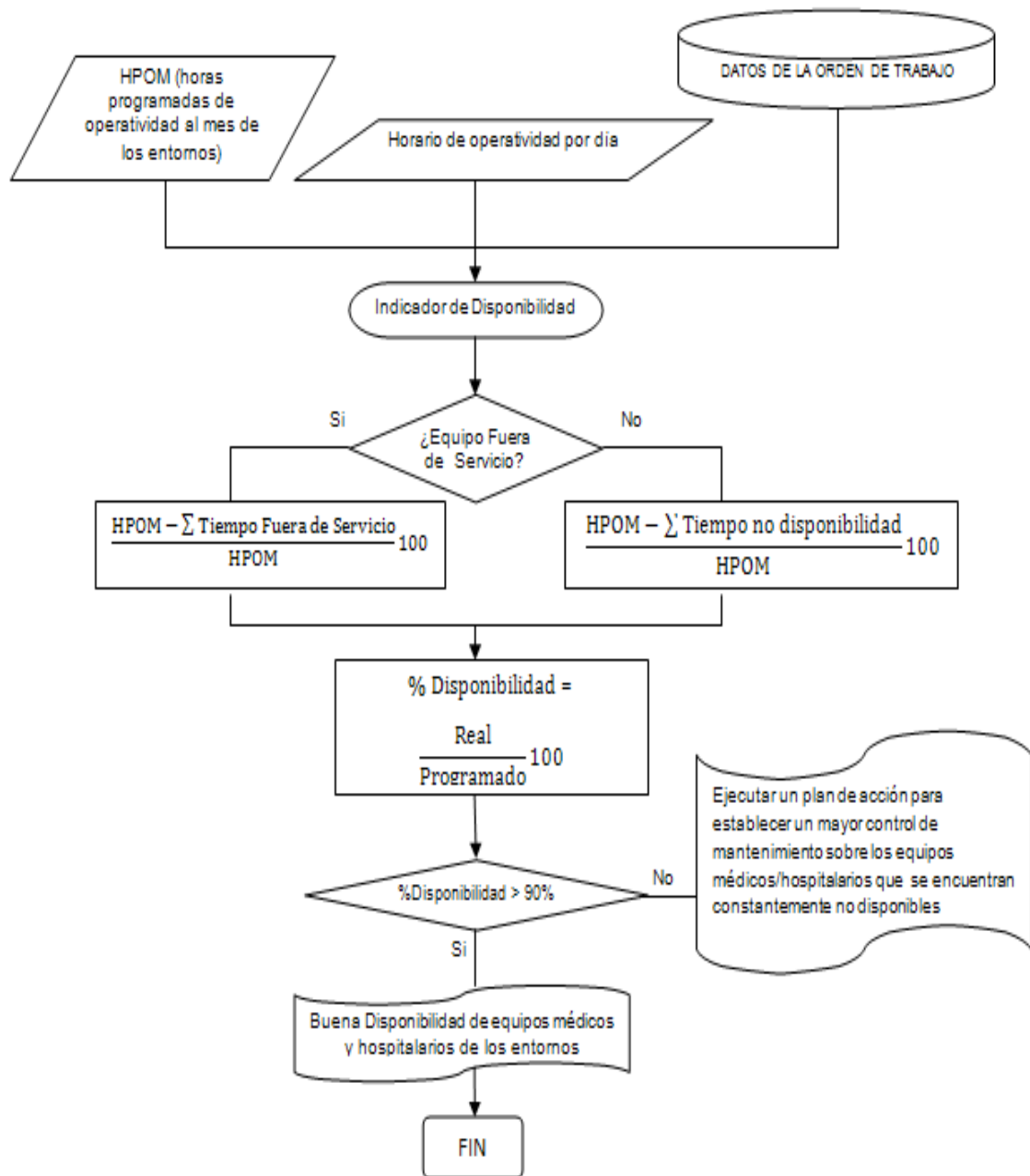
La información necesaria para establecer los indicadores correspondientes a la evaluación y control de la gestión de mantenimiento, se puede determinar a partir de los datos adquiridos principalmente en el plan anual, las ordenes de trabajo y los protocolos de inspección y mantenimiento preventivo.

**7.6.1 Definición de los indicadores de gestión de mantenimiento.** El flujo de datos muestra la dinámica de la gestión de mantenimiento orientado a riesgos, teniendo en cuenta entradas, procesos y salidas (Ver Anexo L).

A continuación se pueden observar los diagramas de flujo pertenecientes a los indicadores de gestión mencionados anteriormente:

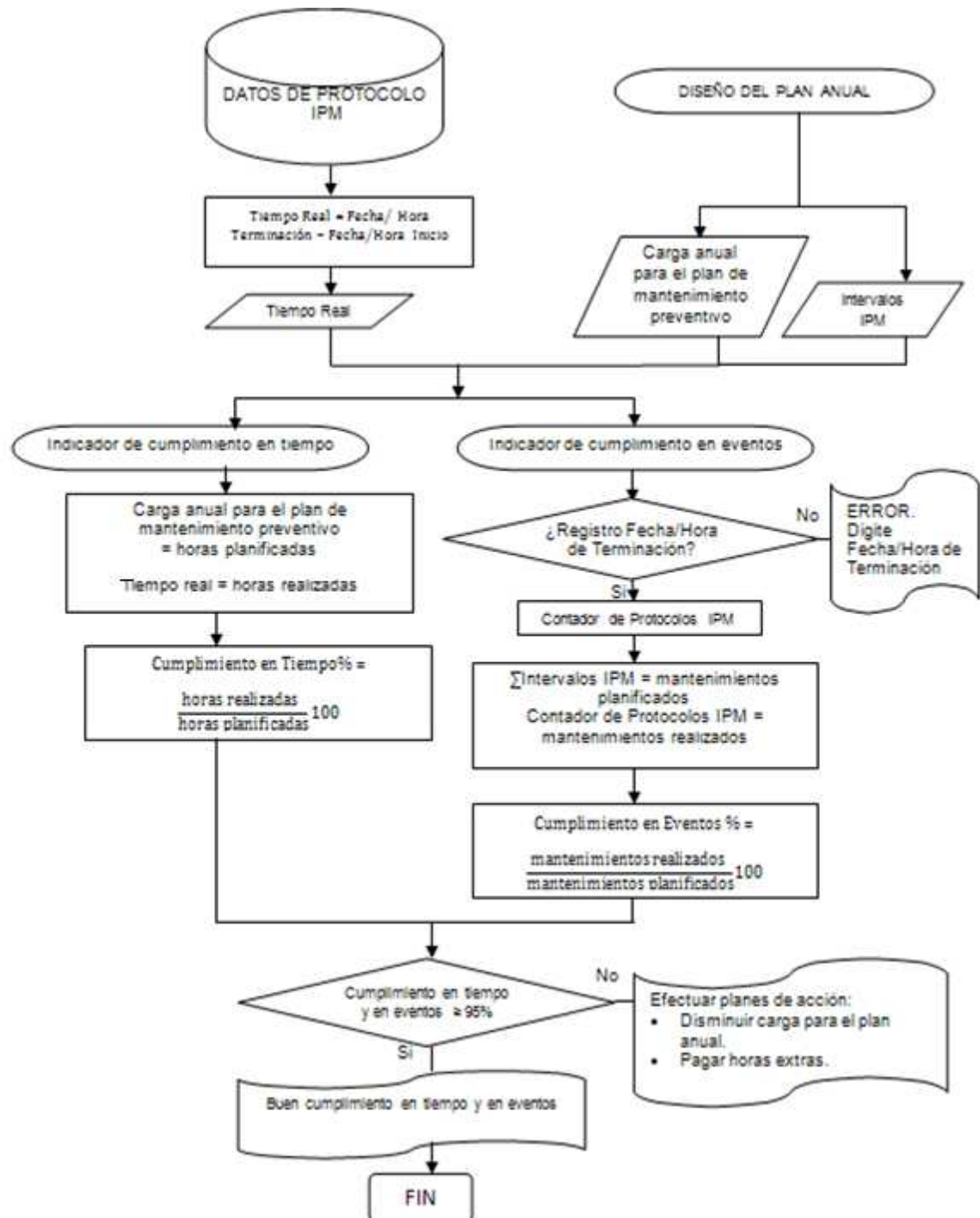
### 7.6.1.1 Indicador de disponibilidad.

Figura 6. Diagrama de flujo indicador de disponibilidad



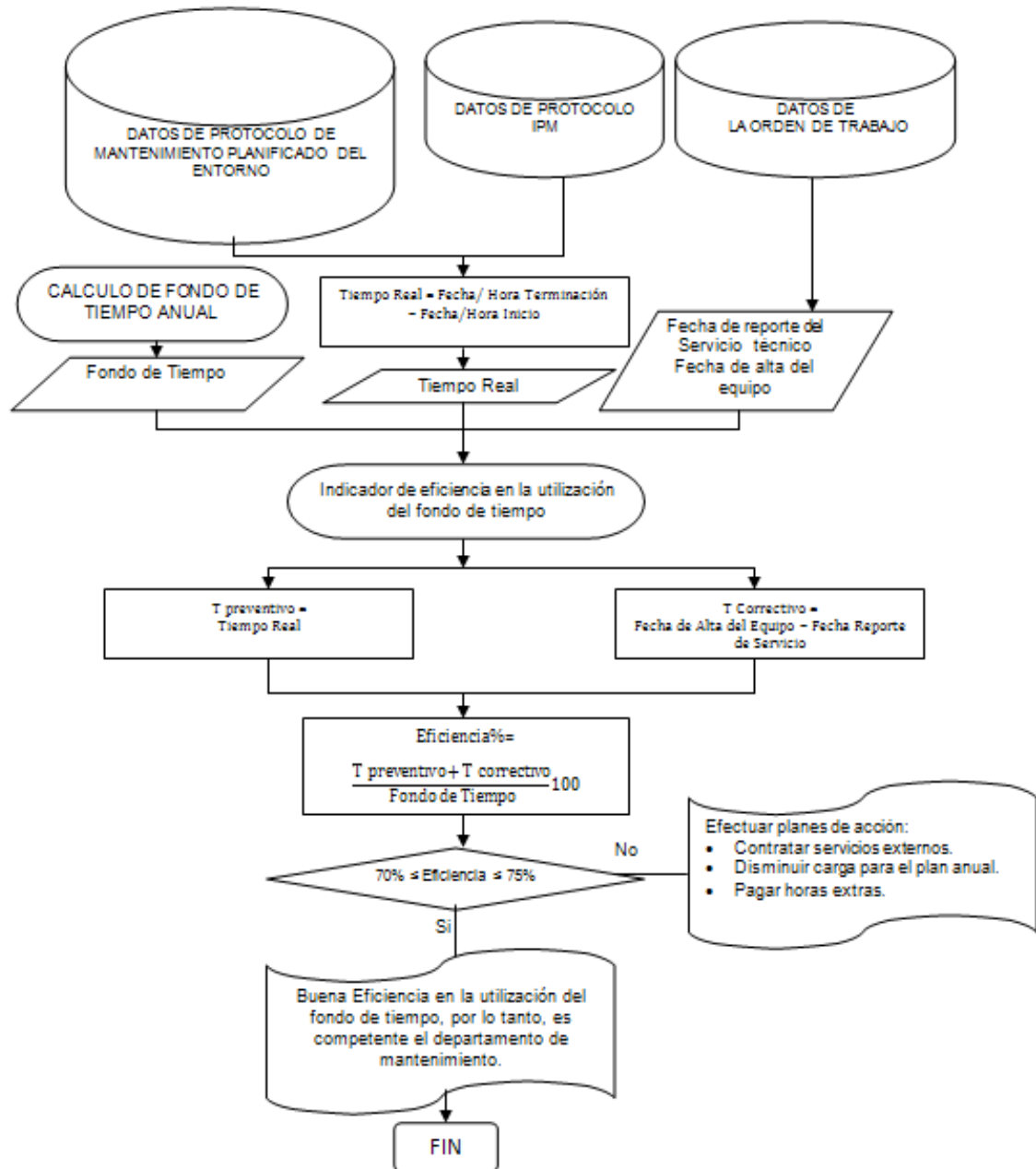
### 7.6.1.2 Indicador de cumplimiento en tiempo y en eventos.

Figura 7. Diagrama de flujo indicador cumplimiento en tiempo y en eventos



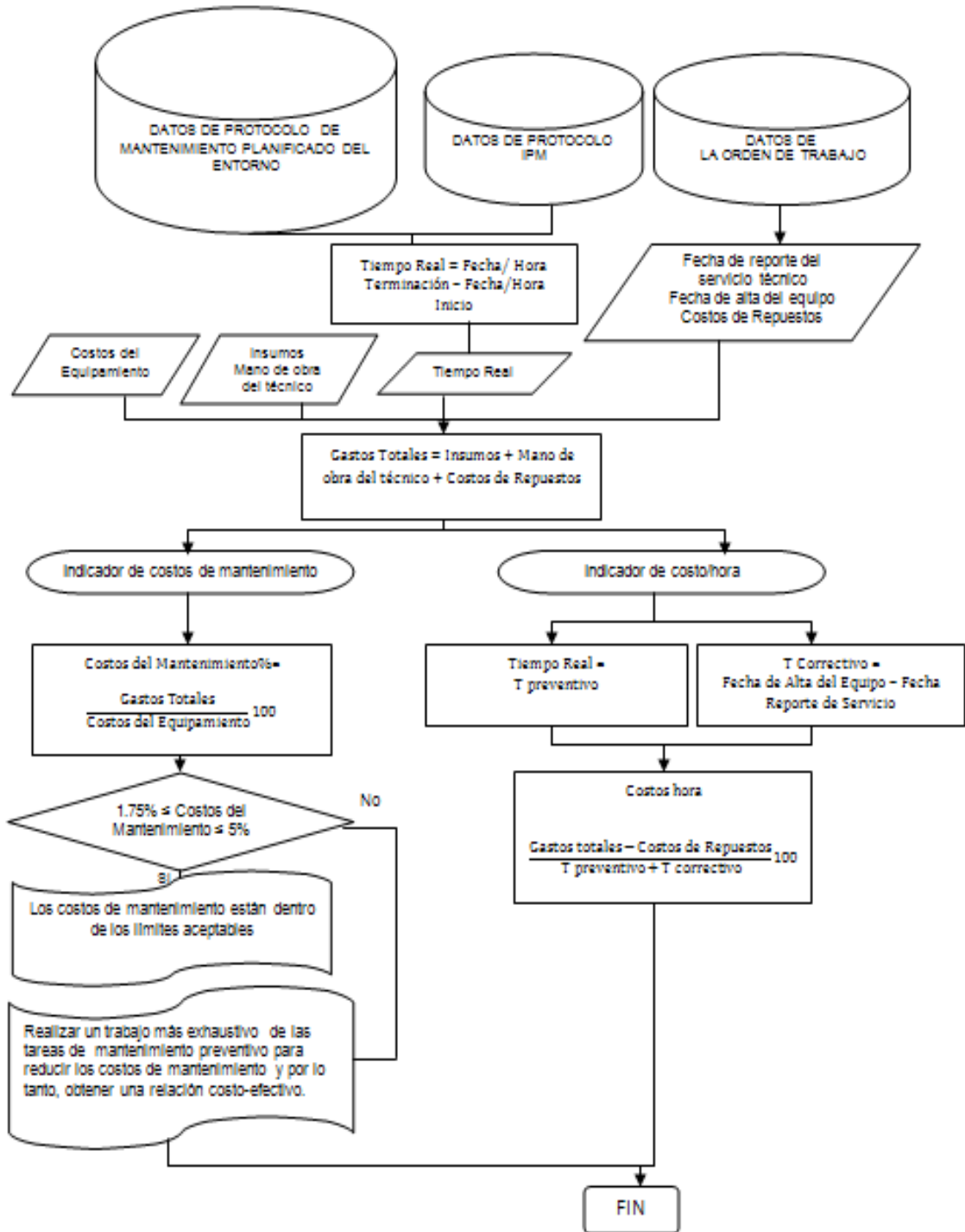
### 7.6.1.3 Indicador de eficiencia en la utilización del fondo del tiempo.

Figura 8. Diagrama de flujo indicador de eficiencia en la utilización del fondo del tiempo



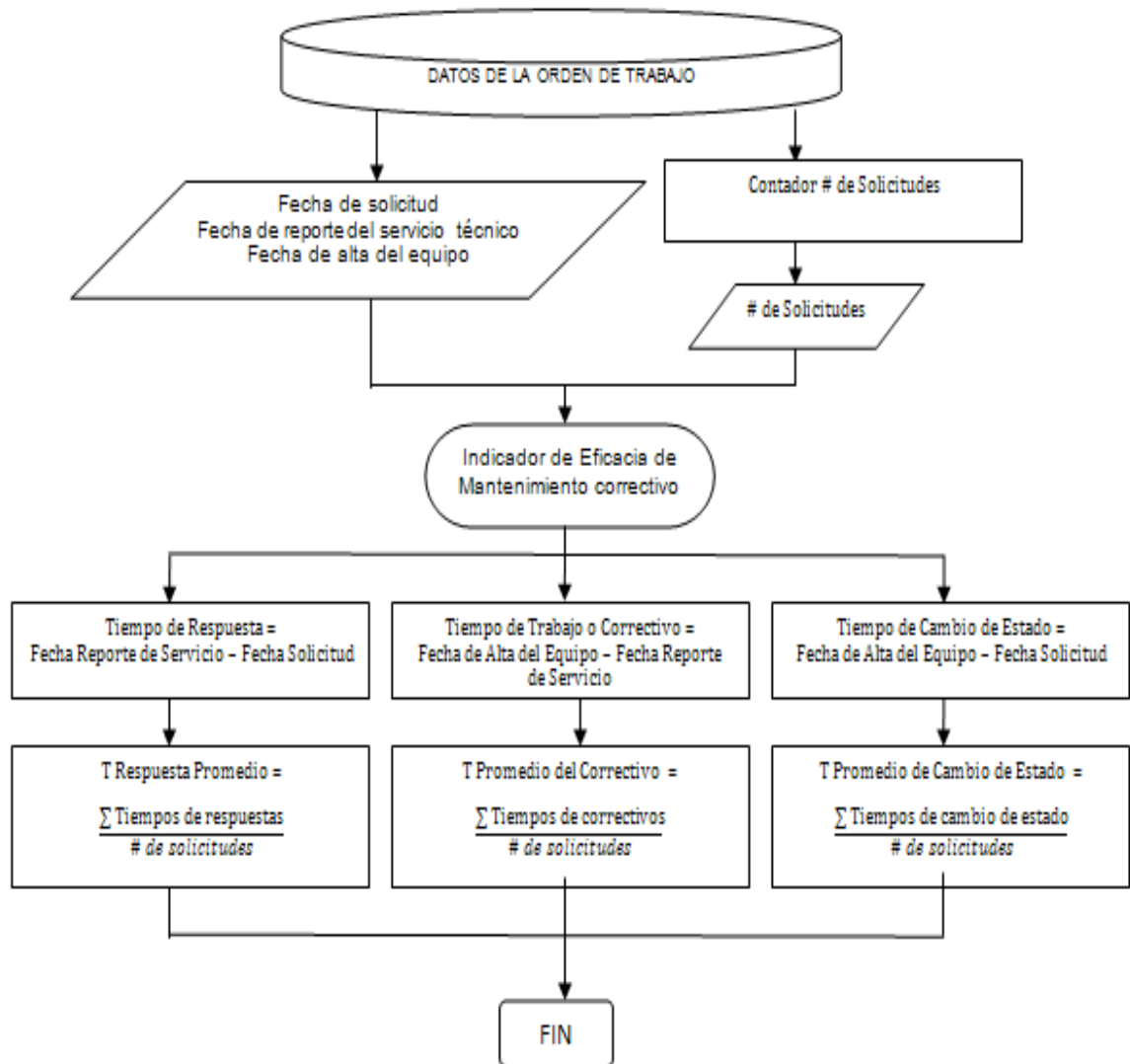
### 7.6.1.4 Indicador de costos

Figura 9. Diagrama de flujo indicador de costos



7.6.1.5 Indicador de eficacia de mantenimiento correctivo.

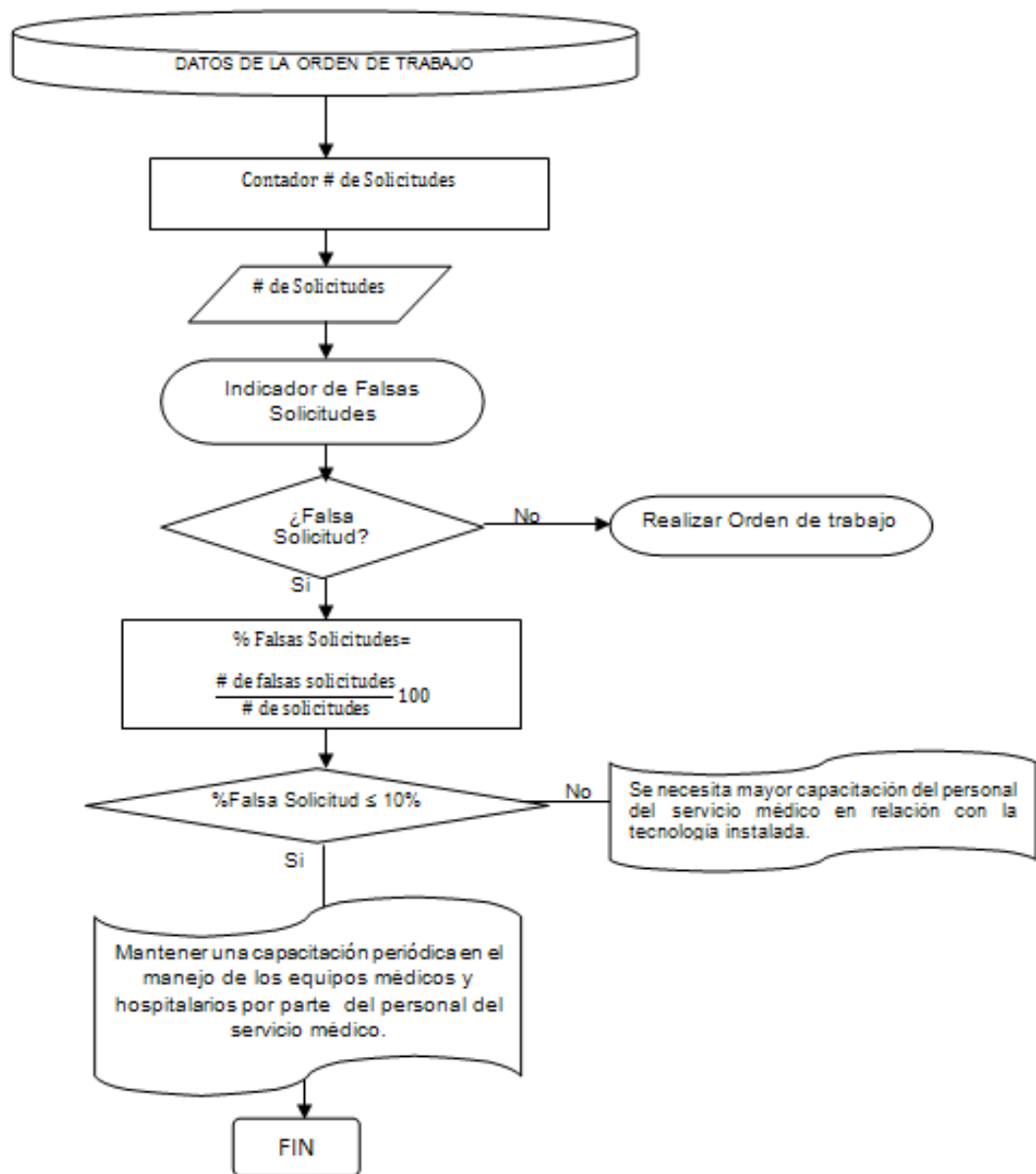
Figura 10. Diagrama de flujo indicador de eficacia de mantenimiento correctivo





### 7.6.1.6 Indicador de falsas solicitudes.

Figura 11. Diagrama de flujo indicador de falsas solicitudes



**7.6.2 Recopilación de información de las diferentes variables empleadas en los indicadores de gestión.** Como se había nombrado anteriormente, la información recopilada fue conseguida generalmente del plan anual, las órdenes de trabajo y los protocolos de inspección y mantenimiento preventivo; esto con el fin de establecer cada uno de los siguientes indicadores:

**7.6.2.1 Indicador de disponibilidad.** Las horas programadas al mes y el horario de operatividad por día para las diferentes entornos y los equipos médicos/hospitalarios pertenecientes a las mismas, se muestran a continuación:

**Cuadro 24. Horas de operatividad al mes de entornos y equipos médicos/hospitalarios de la institución**

Entorno	Número de horas al día	Horario de operatividad por día	Número de días al mes	Horas programadas de operatividad al mes (horas/mes)
Laboratorio clínico	24	Lunes – domingo	28	672
Quirófano	12	Lunes – viernes 7 am – 6 pm	20	240
Hospitalización	24	Lunes – domingo	28	672
Fisioterapia	7	Lunes a viernes de 8 am – 3 pm	20	140
Terapia	7	Lunes- Viernes 8 am – 3 pm	20	140
Odontología	10	Lunes – Viernes 8 am – 6 pm,	20	216
	4	sábados: 8 am – 12 pm	4	
Otorrino	5	Lunes - viernes Por consultas	20	100
Oftalmología	5	Lunes – Viernes Por consultas	20	100
Lavandería	8	Lunes – Domingo 6 am 2 pm	28	224
Mantenimiento	11	Lunes – sábado 7 am – 6 pm	24	264
Esterilización	11	Lunes – sábado 7 am – 6 pm	24	264
Dermatología	3	Lunes- Viernes Consulta	20	60
Urgencias	24	Lunes- Domingo	28	672
Rayos X				67

Para el caso del área de rayos X se tuvo en cuenta que el número de radiografías por mes es de 400 y el tiempo de duración de cada radiografía es de aproximadamente diez minutos. Por lo tanto para el cálculo del tiempo programado a nivel mensual se recurrió a la siguiente ecuación:

(Nº Radiografías) (Tiempo de duración de radiografía) = (400) (10) = 4000 minutos.

Posteriormente, para calcular este resultado en horas, se hizo la siguiente operación:

$$\text{Tiempo en horas} = 4000 \text{ minutos} \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 67 \text{ horas}$$

Este indicador permitirá informar al personal de mantenimiento, que equipos médicos/hospitalarios dejan de prestar servicios y la cantidad de tiempo (en horas) que dejaron de estar en condiciones de funcionamiento. Por lo tanto se podrá tomar decisiones o planes de acción de mejoramiento acerca de dar de baja a dichos equipos pues podrían representar pérdidas económicas para la institución. Además se podrá decidir si surge o no la necesidad de realizar una inspección y un mantenimiento preventivo más exhaustivo de los mismos.

#### **7.6.2.2 Indicador de cumplimiento en tiempo y en eventos**

- *Cumplimiento en tiempo*

Las horas planificadas se establecen a partir de la carga para el plan de mantenimiento preventivo, lo cual equivale a 98 horas.

- *Cumplimiento en eventos*

En este indicador los mantenimientos planificados surgieron a partir de la determinación de cada uno de los intervalos de intervención de los equipos médicos que hacen parte del inventario para el mantenimiento, debido a que la suma total de estos intervalos define el número de intervenciones de mantenimiento preventivo que el técnico debe realizar a nivel semestral y anual. El total de la suma da como resultado 71 intervenciones en el año, un total de 35 intervenciones en el primer semestre y un total de 36 intervenciones en el segundo semestre (Ver Anexo J).

Por medio del indicador de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo (en tiempo y en eventos) el personal de mantenimiento podrá determinar si está ejecutando debidamente los procedimientos e inspecciones planificadas, con el fin de prever posibles fallas de funcionamiento de los equipos médicos. Por lo tanto, con este indicador el área administrativa de la institución podrá tomar decisiones

de si es necesario hacer contrataciones externas o pago de horas extras al técnico.

**7.6.2.3 Indicador de eficiencia en la utilización del fondo de tiempo.** El fondo de tiempo total calculado a partir del análisis hecho en el diseño del plan anual fue de 1920 horas.

A partir de este indicador el personal de mantenimiento podrá analizar si el fondo de tiempo es suficiente, para efectuar tanto las tareas de mantenimiento preventivo, como los mantenimientos correctivos que se presenten en el año y por ende pueda decidir si hay necesidad de disminuir la carga para el plan anual de mantenimiento preventivo.

#### **7.6.2.4 Indicadores de costos de mantenimiento y costo/hora**

Para el indicador de costos de mantenimiento se pudieron tener los datos de algunos costos de equipamiento, debido a que algunos equipos médicos/hospitalarios fueron obtenidos de forma directa; estos equipos se pueden ver en el siguiente cuadro:

**Cuadro 25. Costos de adquisición equipos médicos del inventario físico-funcional**

<b>Equipo médico/hospitalario</b>	<b>Código</b>	<b>Costo del equipamiento (\$)</b>
Lámpara de fotocurado	ODO20	715.000
Lámpara de fotocurado	ODO21	715.000
Desfibrilador	URG19	3'000.000
Ecocardiógrafo	lma01	70'000.000
Unidad de electrocirugía	Qx37	5'220.000
Máquina de anestesia	Qx38	10'000.000
Monitor de presión no invasiva	Qx36	5'000.000
Desfibrilador	RP08	3'000.000
Electroencefalógrafo	ED04	33'600.000

Para los indicadores tanto de costos de mantenimiento como costo/hora se calcularon los gastos totales a nivel semestral y anual como se observan a continuación:

**Cuadro 26. Gastos totales a nivel semestral y anual**

Insumos	Nivel semestral		Nivel anual	
	Cantidad	Costo (\$)	Cantidad	Costo (\$)
Limpiador desinfectante "Frotex"	2	12.000	4	24.000
Limpiador de contactos	6	15.000	12	30.000
Lubricante 556	2	15.000	4	30.000
Alcohol 96%	2	8.000	4	16.000
Silicona de spray.	2	12.000	4	24.000
Solvente "Varsol"	2	9.000	4	18.000
Lija No 300.	2	3.000	4	6.000
Resina epóxica.	1	5.000	1	5.000
Resina acrílica	2	2.000	4	4.000
Estaño	1	9.000	2	18.000
Cinta aislante	2	3.500	4	7.000
Cinta termo - encogible	2	7.500	4	30.000
Vaselina	2	20.000	4	40.000
<b>Mano de obra del técnico de mantenimiento</b>	960.000		1'920.000	
	<b>Gasto total a nivel semestral (\$)</b>		<b>Gasto total a nivel anual (\$)</b>	
	1'081.000		2'172.000	

El indicador de costo de mantenimiento le permitirá determinar al área administrativa de la institución, si los gastos totales generados a causa del mantenimiento preventivo y/o correctivo son más elevados que el costo del

equipo médico en cuestión. Esto se traduce en pérdidas económicas y por lo tanto no satisface una relación de costo/efectivo.

El indicador de costo/hora servirá como una herramienta para cuantificar si los gastos generados por la mano de obra neta del técnico y las tareas de mantenimiento (tiempo dedicado a esta labor), son elevados y por lo tanto el área administrativa deberá recurrir a planes de acción de mejoramiento para solucionar y controlar pérdidas económicas presentadas en la institución.

**7.6.2.5 Indicador de eficacia del mantenimiento correctivo.** Puesto que no se encontró un registro actual de las fechas (solicitud, reporte del servicio técnico y alta del equipo), además de que se notaron algunas incongruencias en el manejo de las mismas; dichos datos no se pudieron recopilar.

Este indicador permitirá medir la habilidad y capacitación del técnico, a la hora de resolver los mantenimientos correctivos presentados por número de solicitudes (teniendo en cuenta el tiempo de respuesta promedio, tiempo promedio de correctivo y tiempo promedio de cambio de estado). Esto con el fin de evaluar y determinar las posibles causas que podrían generar un aumento del tiempo que toman dichos mantenimientos y así buscar soluciones que perfeccionen esta labor.

**7.6.2.6 Indicador de falsas solicitudes.** Este indicador puede ser llevado a cabo cuando se implemente el sistema automatizado sugerido, pues actualmente en la institución no se han manejado registros que determinen el número de falsas solicitudes.

Con este indicador el técnico de mantenimiento podrá decidir si necesita una capacitación periódica del personal de servicio médico con relación a la tecnología biomédica instalada.

## 8. CONCLUSIONES

- La actualización del inventario físico-funcional se hizo con el fin de verificar que equipos médicos/hospitalarios estaban en condiciones de operatividad y rectificar si los datos (código, nivel de riesgo y nombre del equipo) eran o no correctos. Además se agregaron nuevos datos tales como tipo de manual y forma de adquisición, con el propósito de brindar información de carácter técnico-económico al personal de mantenimiento y administrativo de la institución.
- La gestión de mantenimiento orientado a riesgos sirvió para establecer u organizar los equipos médicos y/u hospitalarios que serán incluidos en el inventario para el mantenimiento, equipos médicos y/u hospitalarios que serán atendidos durante el mantenimiento planificado del entorno y equipos que se atenderán únicamente en mantenimiento correctivo.

Teniendo en cuenta que el técnico viene realizando las rutinas de mantenimiento preventivo a todos los equipos médicos/hospitalarios del inventario físico-funcional, sin considerar tanto su nivel de riesgo (seguridad eléctrica) como su prioridad Pi, lo que se pretende entonces, es incluir en un plan anual de mantenimiento preventivo únicamente a aquellos equipos que representen un alto riesgo para el paciente. Por ende lo que se busca es garantizar la continuidad en la prestación de servicios de salud y un adecuado funcionamiento y operatividad de los equipos médicos/hospitalarios.

- Para el diseño de los protocolos de inspección y mantenimiento preventivo se consideró importante basarse en un formato establecido por la ECRI. Esto con el fin de complementar la estructura del protocolo manejado en la institución por parte del área de mantenimiento, teniendo en cuenta otros aspectos tales como: pruebas cualitativas, pruebas de aceptación, material gastable, herramientas y equipos de prueba, entre otros. Además se creyó pertinente agregar en dicho formato las pruebas de seguridad eléctrica regidas por la norma IEC 60601-1 y la norma NTC 1340 para establecer los valores nominales de tensión de línea, considerando el porcentaje de error permitido en la medición.

De la misma forma, se diseñó un formato de protocolo de inspección y mantenimiento planificado del entorno, el cual involucra tareas de mantenimiento que se realizan tanto a los entornos como a los equipos médicos/hospitalarios que hacen parte de los mismos. Esto con el objetivo de mantener en buenas condiciones de operatividad e integridad física y estética los entornos y sus elementos; partiendo del hecho que el técnico no las considera dentro de las rutinas de mantenimiento.

- Se rediseñó un formato de orden de trabajo teniendo en cuenta el modelo básico de orden de trabajo y las recomendaciones del técnico de la institución, con el fin de llevar un control y registro de las acciones correctivas y preventivas efectuadas en los equipos médicos de la Clínica Infantil Club Noel. En este nuevo formato, se tuvieron en cuenta los costos de los materiales y repuestos, para poder llevar un control del indicador costo/hora y costos de mantenimiento de los equipos que fueron adquiridos de forma directa por la institución. Para el control del indicador de disponibilidad y con el propósito de saber si hay una adecuada capacitación del personal de servicio médico, se consideró necesario agregar nuevas casillas de validación denominadas equipo fuera de servicio y falsas solicitudes.
- El diseño de la planificación del mantenimiento de los entornos, se determinó a partir del cálculo del número de días de intervención de los mismos y para este se consideró el tiempo promedio de mantenimiento de los elementos y de los equipos médicos/hospitalarios pertenecientes a dichos entornos. Además se tuvo en cuenta la frecuencia de inspección que se determina a partir del elemento o equipo médico con mayor intervención anual.
- En el diseño del plan de mantenimiento anual, se observó que hay equipos médicos de igual nivel de prioridad y frecuencia de intervención, por lo cual se recurrió al cálculo IMP, en donde también se tuvo en cuenta el cálculo del tiempo (en días) desde la última vez que fueron intervenidos dichos equipos. Esto sirve para hacer un re-ordenamiento más preciso de dicha planificación. Además, se dedujo que debido a que el fondo de tiempo anual para mantenimiento preventivo (672 horas) es mucho mayor a la carga para el plan anual (222.5 horas), se puede llevar a cabo la ejecución del plan.
- En la medida que se vayan obteniendo los datos para el cálculo de los diferentes indicadores de gestión, el área de mantenimiento de la institución podrá tomar decisiones respecto a planes de acción de mejoramiento, dado el caso de identificar puntos débiles. Además lo que se pretende es permitirle a la institución obtener una mayor calidad en la prestación de servicios de salud, en comparación con sus iguales.
- Los diagramas de flujo de datos elaborados permitirán comprender de una forma más dinámica al personal técnico y programador del sistema automatizado (dado el caso de ser implementado), los procesos, análisis y métodos utilizados tanto en la gestión de mantenimiento como en el cálculo de los indicadores.



## 9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda en primera instancia al técnico del área de mantenimiento, mantener actualizado el inventario físico – funcional para tener un registro de los equipos médicos y hospitalarios que se encuentran instalados en la institución y saber cuales están en condiciones de operatividad y cuáles no. Por otro lado, es importante dado a que el inventario es el núcleo o base de la gestión orientada a riesgos y sin una buena documentación no se podría manejar adecuadamente los indicadores.
- Es necesario que el técnico del área de mantenimiento de equipos médicos tenga en cuenta los intervalos IPM y realice los protocolos de inspección y mantenimiento preventivo, en la medida que el plan anual lo indique; así como también los mantenimientos planificados de los entornos.
- Es necesario que el técnico sea organizado en los registros que vaya consignando en las listas de chequeo, las ordenes de trabajo, los protocolos IPM y los protocolos de mantenimiento planificado del entorno; pues son entradas claves para la definición de los indicadores.
- Para llevar un control de la funcionalidad, seguridad y estética de los entornos de la institución, es necesario que el técnico registre la ejecución de las tareas cualitativas y cuantitativas efectuadas de los ítems y equipos médicos/hospitalarios que conforman cada una de estos.
- Es importante que el técnico, tenga en cuenta la definición e interpretaciones de los indicadores, para que cuando el sistema recomendado sea implementado, pueda identificar cuáles son las falencias o puntos críticos de la gestión y así establecer posibles planes de mejoramiento de la misma.

## BIBLIOGRAFÍA

DYRO F, Joseph. Clinical Engineering Handbook. 1ª Edición. Estados Unidos: Elsevier Academic Press, 2004. p. 122 – 130

\_\_\_\_\_Clinical Engineering HandBook. 1ª Edición. Estados Unidos: Elsevier Academic Press, 2004. p. 73-74.

GUTIERREZ SENRA, José Alain ; CRISTO BROCHE, Elier. Sistema de Gestión Tecnológica Hospitalaria V 1.0. [en línea]. La Habana: Centro de Bioingeniería del Instituto superior Politécnico José Antonio Echeverría. [Consultado 24 de Febrero de 2010]. Disponible en Internet: <http://www.vision.ime.usp.br/~elier/sgt.pdf>

RANGEL FRÍAS, Raúl. MS2000: Sistema de Administración de Mantenimiento por Computadora [en línea]. Monterrey: RQ Consultoría Técnica. [Consultado 25 de Febrero de 2010]. Disponible en Internet: [www.rqct.com/download/Guia%20Rapida%20MS2000.doc](http://www.rqct.com/download/Guia%20Rapida%20MS2000.doc)

RODRIGUEZ, E. Gestión de Mantenimiento de Equipos Médicos [en línea]. La Habana: II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica. [Consultado 24 de Febrero de 2010]. Disponible en Internet: <http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00187.pdf>

\_\_\_\_\_ “Ingeniería Clínica” SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007. p. 62-80.

\_\_\_\_\_Indicadores para el Control de la Gestión Equipos Médicos [en línea]. La Habana: V Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería. [Consultado 24 de Febrero de 2010]. Disponible en Internet: [http://www.hab2003.sld.cu/Articles/T\\_0067.pdf](http://www.hab2003.sld.cu/Articles/T_0067.pdf)

\_\_\_\_\_“La praxis en la gestión de equipos médicos” SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2003. p. 1 – 3

RUIZ IBAÑEZ, Carlos y SOTO, Jesús María Ingeniería Clínica: Introducción, percepción y práctica en el área Metropolitana de Medellín [en línea]. Medellín Revista CES MEDICINA: [Consultado 28 de Noviembre de 2010]. Disponible en Internet: [http://www.ces.edu.co/Descargas/ingenieria\\_clinica.pdf](http://www.ces.edu.co/Descargas/ingenieria_clinica.pdf)

SALDARRIAGA, Oscar Darío. Experiencias y vivencias de la ingeniería clínica [en línea]. Medellín: Revista Ingeniería Biomédica. [Consultado 27 de Noviembre de 2010]. Disponible en Internet: <http://revistabme.eia.edu.co/Art%C3%ADculos/Edici%C3%B3n%204/1014%20%28Vivencial%29.pdf>

TENA AGUILAR, Luis Alberto *et al.* Diagnóstico Tecnológico de las UPS Equipos Biomédicos [en línea]. Lima: Disa IV Lima Este. [Consultado 24 de Febrero de 2010]. Disponible en Internet: <http://www.minsa.gob.pe/hospitalsjl/ArchivosDescarga/Transparencia/DiagnosticoTecnologico.pdf>

TFC Gestión Integral del Mantenimiento. [en Línea] disponible en: Internet : <http://www.scribd.com/doc/4184016/TFC-Gestion-Integral-del-Mantenimiento>.

## **ANEXOS**

## Anexo A. Inventario físico-funcional

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO	UBICACIÓN	RESP. MTTO	NIVEL DE RIESGO	MANUALES	FA (FD/N/A)
Agitador	Clay Adams	Yankee	106053	LAB01	LABORATORIO	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Baño de María	Memmert	W270	NI	LAB02	LABORATORIO	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Centrifuga	Clay Adams	Serofuge	3500276009	LAB03	LABORATORIO	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Centrifuga	Clay Adams	DyN/Ac	190152	LAB04	LABORATORIO	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Centrifuga	Clay Adams	Cat 0131	167078	LAB05	LABORATORIO	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Centrifuga	Hettica	HAEMATOKUT 20	3234	LAB06	LABORATORIO	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	USUARIO	N/A
Horno de secado	Memmert	Rost Frey	83C890	LAB07	LABORATORIO	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Esterilizador por vapor de agua de mesa	AC Lab	NI	NI	LAB08	LABORATORIO	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Microscopio	Physis	NI	86823	LAB10	LABORATORIO	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	USUARIO	N/A
Microscopio	Olympus	CHB	554308	LAB11	LABORATORIO	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	USUARIO	N/A
Contador de células	Clay Adams	NI	NI	LAB19	LABORATORIO	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Estimulador neuromuscular para Fisioterapia	Sis * Stim	207A	95AD1536	FT01	FISIOTERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Hidrocolector	Hot Pack Heater	E-1	58468	FT02	FISIOTERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	USUARIO	N/A
Maquina de masaje para Fisioterapia	Oster		L 029 - 1T	FT03	FISIOTERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Maquina de masaje para Fisioterapia	Oster		K 074 - 1T	FT04	FISIOTERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Estimulador eléctrico de nervios periféricos para analgesia ,transcutáneo	Biomed	2000		FT05	FISIOTERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Estimulador eléctrico de nervios periféricos para analgesia ,transcutáneo	Intelec		5264421	FT06	FISIOTERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO	UBICACIÓN	RESP. MTTO	NIVEL DE RIESGO	MANUALES	FA (FD/N/A)
Electroencefalógrafo	Nicolte one	V32	V32-08190909	ED04	ELECTROS	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBC	MTTO OPERACIÓN	FD
Succionador	Shuco Inc.	5711130	1291577	TP01	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	USUARIO	N/A
Banda trotadora	Lifestrader	21 - 3655	3655000079	TP02	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Espirómetro	Flowscreem	MEDGV3	383260	TP03	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Maquina de masaje para Fisioterapia	Homedics	PM - 303	7911	TP04	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Nebulizador	Sunrise Medical	Pulmo - Aide	D4064508	TP05	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Sunrise Medical	Pulmo - Aide	D4068013	TP06	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Sunrise Medical	Pulmo - Aide	CN18	TP07	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Sunrise Medical	3655D	D1106787	TP08	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Minimate	PM - 6	283387	TP09	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Everest & Jennings	Recte NC 30	839131	TP10	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Electrical Rating	515 IPPB	M-51521985	TP11	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Devillbis	5615	LA 10524	TP12	TERAPIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Esterilizador por vapor de agua de mesa	Essen	EA 652	D009-E8-0049	ODO19	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	USUARIO	N/A
Amalgamador	SDI	Ultramat II	56283	ODO18	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Amalgamador	SDI	Ultramat II	57875	ODO01	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Cavitron	Dents Play Cavitron	Bot Cat	11523375	ODO02	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Lámpara de Fotocurado	Sunlite	1275	112499	ODO05	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Lámpara de Fotocurado	Sunlite	1275	112873	ODO06	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Lámpara de Fotocurado	Biolite	2100	135647	ODO20	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	FD

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO	UBICACIÓN	RESP. MTTO	NIVEL DE RIESGO	MANUALES	FA (FD/N/A)
Lámpara de Fotocurado	Biolite	2100	135646	ODO21	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	FD
Unidad móvil	Kromadent	Can 020		ODO08	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Unidad odontológica	Beldent	NI	96286002	ODO09	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Unidad odontológica	Beldent	NI	97374001	ODO10	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Unidad odontológica	Beldent	NI	35587	ODO11	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Unidad odontológica	Beldent	ni	35792	ODO12	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Unidad odontológica	Siemens	SiroN/A 55D3192	3835502	ODO13	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	TECNICO	N/A
Monitor de presión no invasiva	Omega	1400	OM4EF01180	SSR01	S SAN ROQUE	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Monitor de presión no invasiva	Dinamap	XT		SSR02	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Nebulizador	Sunrise	3655D	D1058432	SSR09	S SAN ROQUE	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Balanza análoga	Health Meter		408GZH	SSR05	S SAN ROQUE	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	USUARIO	N/A
Balanza electrónica	Detecto	6800	9204229	SSR04	S SAN ROQUE	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Oxímetro de pulso	Nellcor	N - 100C	10003428121C	SSR03	S SAN ROQUE	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Succionador	Medipump	1130 -2		SSR06	S SAN ROQUE	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Succionador	Medipump	1130 -2		SSR07	S SAN ROQUE	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Monitor de presión no invasiva	Critikon	1846P	82109206	RP04	REC QX	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Nebulizador	Devillbis	8650D	D003962	SM03	S MARIANA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Sunrise Medical	3655D	D1052746	SM05	S MARIANA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Balanza electrónica	Detecto	6800	9003 - 194	SM07	S MARIANA	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Balanza análoga	Health Meter		408GZD	SM08	S MARIANA	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Oxímetro de pulso	Nellcor	N - 100	10012217091C	URG15	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Succionador	General Electric		5KH355KG103 787	SM09	S MARIANA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO	UBICACIÓN	RESP. MTTO	NIVEL DE RIESGO	MANUALES	FA (FD/N/A)
Monitor de presión no invasiva	Dinamap	847XT	8471222290	SP02	S PENSIONADOS	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Nebulizador	Bennet	AP5	CNOPE055	SP03	S PENSIONADOS	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Sunrise Medical	3650D	D8349037	SLH02	S LUIS H	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Sunrise Medical	3650D	D838203	SLH03	S LUIS H	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Balanza electrónica	Detecto	6800	68009001-429B	SLH04	S LUIS H	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Oxímetro de pulso	Nellcor	N - 100	10034611CC	SP06	S PENSIONADOS	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Succiónador	Medipump	1130 -2		SSR08	S SAN ROQUE	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Electrocardiógrafo	Kens	106	60361385	URG02	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Desfibrilador	Hewlett Packard	Codemaster M1722B	US00111224	URG19	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	FD
Monitor de presión no invasiva	Dinamap	PRO 300	010M2559039	URG04	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	SERVICIO	N/A
Monitor de presión no invasiva	Dinamap	18465XOXY	8280H2962	URG05	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Nebulizador	Sunrise Medical	Pulmo - Aide		URG07	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Sunrise Medical	Pulmo - Aide		URG08	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Sunrise Medical	Pulmo - Aide	548352	URG09	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Monitor de presión no invasiva	Bennet	AP5		URG10	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Nebulizador	Drive	18002	2m0605008898	URG20	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBC	OPERACIÓN	N/A
Nebulizador	Drive	Spider Neb II	80803100	URG21	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBC	OPERACIÓN	N/A
Balanza electrónica	Detecto	6800	9204195	URG11	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Balanza electrónica	Tanita	HD327	HD3183521	URG13	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Oxímetro de pulso	Nellcor	N - 100	1009437061	SLH06	S SAN LUIS H	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Succiónador	Devillbis	7304D		URG17	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A



EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO	UBICACIÓN	RESP. MTTO	NIVEL DE RIESGO	MANUALES	FA (FD/N/A)
Succionador	Vacuoide	7262		URG18	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Procesador de Película	Kodac	XDMAT1000A	192	RX02	RAYOS X	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Rayos X	Siemens Heliodent	542667221	214234	RX03	RAYOS X	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Rayos X	Trophy	500AEC	AEO3654	RX04	RAYOS X	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Rayos x portátil	Siemens Polymobil 2	8463168X1706	022114S02	URG16	URGENCIAS	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Ecocardiógrafo	Siemens	Acusan X500	LAZ0366	Ima01	IMAGENOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBC	NO TIENE	FD
Balanza análoga	Sohenle	3866k65	31843	AD01	ADMON QX	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Balanza análoga	Kenwell			AD02	ADMON QX	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Capnógrafo	Novamatrix	CO2SMO	80-3216SDDTTRR	RP01	REC QX	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Capnógrafo	Novamatrix	POET II 602-3	19072280	RP02	REC QX	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Monitor de presión no invasiva	Critikon	847XT	84712-22182	RP05	REC QX	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Oxímetro de pulso	Nellcor	N - 100	1005907051-C	RP06	REC QX	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Oxímetro de pulso	Datascope	Accusat	11416-L4	RP07	REC QX	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Capnógrafo	Polaris	1S02260	PS0315	Qx01	SQX1	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Unidad de electrocirugía	Valleylab	Force II	FK1210	Qx37	SQX1	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	OPERACIÓN	FD
Lámpara cielítica	Berchtold	C450	93203002915	Qx03	SQX1	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Monitor multiparamétrico	CONMEDSIS	Novam	W59PB2917	Qx04	SQX1	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	MANTENIMIENTO	N/A
Manta para hipo / hipertermia	Warm Touch	5200	2182	Qx05	SQX1	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Máquina de Anestesia	Aeonmed	Aeon7200	7250903	Qx06	SQX1	TEC. INTERNO	CLASE III / EBNC	OPERACIÓN	FD
Microscopio	Takagi	OM5	1190	Qx07	SQX1	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Unidad de electrocirugía	Berchtold	Elektrotom 80B	92104102915	Qx09	SQX2	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO	UBICACIÓN	RESP. MTTO	NIVEL DE RIESGO	MANUALES	FA (FD/N/A)
Intensificador de Imágenes	Siemens	3776494	4253	Qx14	SQX2	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Lámpara cielítica	Berchtold	C450	93203002916	Qx10	SQX2	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Máquina de Anestesia	Ohmeda	Modulus II	ABQN00816	Qx38	SQX2	TEC. INTERNO	CLASE III / EBNC	NO TIENE	FD
Monitor de presión no invasiva	Critikon	DiN/Amap XL	730687A	Qx12	SQX2	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Monitor multiparamétrico	Space Labs	90624A	624001770	Qx11	SQX2	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Capnógrafo	Datex	Capnomac Ultima	34133	Qx15	SQX3	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Capnógrafo	Novamatrix	CO2SMO	802690SDDW WZZ	Qx16	SQX3	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Unidad de electrocirugía	Berchtold	Elektrotom 200	91105008915	Qx17	SQX3	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Lámpara cielítica	Castle	L810	89A4588	Qx18	SQX3	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Lámpara cielítica	Castle	L810	89A4587	Qx19	SQX3	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Máquina de Anestesia	Ohio	Unitrol	ABD100109	Qx22	SQX3	TEC. INTERNO	CLASE III / EBNC	USUARIO	N/A
Monitor de presión no invasiva	Critikon	DiN/Amap XL	9300L4870	Qx20	SQX3	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Monitor multiparamétrico	Space Labs	90621A	621002403	Qx21	SQX3	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Monitor de presión no invasiva	Nonin	2120	500650737	Qx36	SQX3	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	FD
Capnógrafo	Ohmeda	5200	BELS00765	Qx23	SQX4	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	USUARIO	N/A
Unidad de electrocirugía	Elmed	ESU300M/M	331293	Qx24	SQX4	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Fuente de Luz	Acme	G71	116/J2	Qx27	SQX4	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Lámpara cielítica	Castle	12	73824	Qx31	SQX4	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Monitor multiparamétrico	Criticare	507S	295260819	Qx25	SQX4	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Succionador	Gomco	4040	E11430	Qx26	SQX4	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Coagulador	Storz	S2080	301	Qx28	CIRUGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO	UBICACIÓN	RESP. MTTO	NIVEL DE RIESGO	MANUALES	FA (FD/N/A)
Coagulador	Storz	285 - 180		Qx29	CIRUGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	NO TIENE	N/A
Desfibrilador	Hewlett Pakcard	Codemaster M1722B	3304A11272	RP08	CIRUGIA	TEC. INTERNO	CLASE III / EBNC	NO TIENE	FD
Desfibrilador	Shiller	Saed Reader		Qx32	TALLER	TEC. INTERNO	CLASE III / EBNC	NO TIENE	N/A
Monitor multiparamétrico	Critikon	DiN/Amap XL	H84718	Qx34	CIRUGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Microscopio	Olympus		883996	Dem 01	DERMATOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Audiómetro	Maico	MA 52	7676102	Aud01	AUDIOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	OPERACIÓN	N/A
Impedanciometro	Maico	M134	62063	Aud02	AUDIOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Frontoluz	Welch Allyn			Oto02	OTORRINO	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Otoscopio	Welch Allyn	767	62063	Oto03	OTORRINO	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Succionador	Medipump	1130-067B	11960306	Oto04	OTORRINO	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Balanza análoga	Health Meter	386KGS	52962	Endo01	ENDOCRINO	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	USUARIO	N/A
Lensómetro	Topcon	LM -3	5712885	Oftal01	OFTALMOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Oftalmoscopio	Topcon	PS 10B		Oftal02	OFTALMOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	NO TIENE	N/A
Unidad oftálmica	Topcon	IS - 50	830704	Oftal03	OFTALMOLOGIA	TEC. INTERNO	CLASE IIB / EBNC	TECNICO	N/A
Esterilizador por vapor de agua	Essen	Elect	02_6_80	CE01	ESTERILIZACION	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	USUARIO	N/A
Esterilizador por vapor de agua	Essen	E_45	15_1_92	CE02	ESTERILIZACION	TEC. INTERNO	CLASE IIA / EBNC	USUARIO	N/A
Esterilizador de Oxido Etileno	3M	400DG	422376	CE05	ESTERILIZACION	TEC. EXTERNO	CLASE IIA / EBNC	USUARIO	N/A
Planta eléctrica	Jhon Deer		AD148436SPB	MT01	MTTO	TEC. INTERNO	NA	NO TIENE	N/A
Compresor	Siemens	34-GLS	9280582	MTO2	MTTO	TEC. INTERNO	NA	NO TIENE	N/A
Bomba de vacio				MT03	MTTO	TEC. INTERNO	NA	DESPIECE	N/A
Secadora	Cissell	L36URS30E	4212931451	LAV01	LAVANDERIA	TEC. INTERNO	NA	NO TIENE	N/A

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO	UBICACIÓN	RESP. MTTTO	NIVEL DE RIESGO	MANUALES	FA (FD/N/A)
Secadora	Cissell	L36URS30E	4212931452	LAV02	LAVANDERIA	TEC. INTERNO	NA	NO TIENE	N/A
Lavadora	Textima	1979	24516	LAV03	LAVANDERIA	TEC. INTERNO	NA	NO TIENE	N/A
Lavadora				LAV04	LAVANDERIA	TEC. INTERNO	NA	NO TIENE	N/A
Centrifuga				LAV05	LAVANDERIA	TEC. INTERNO	NA	NO TIENE	N/A
Mesa de Cirugía	Eastern		54081	CIR01	SQX1	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Mesa de Cirugía	Maquet	111801B0	1340	CIR02	SQX2	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	USUARIO	N/A
Mesa de Cirugía	Eastern Medical		5408110-75	CIR03	SQX3	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Mesa de Cirugía	Sacnlan Morris	A4000	845	CIR04	SQX4	TEC. INTERNO	CLASE I / EBNC	NO TIENE	N/A
Compresor	Compresores Ltda	Ms3	4724	ODO14	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	NA	NO TIENE	N/A
Compresor	Compresores Ltda	Ms3	4639	ODO15	ODONTOLOGIA	TEC. INTERNO	NA	NO TIENE	N/A
Compresor	Kaeser	DCT110-25	122052	ODO16	TALLER	TEC. INTERNO	NA	NO TIENE	N/A

**CLASE I: BAJO RIESGO**

**CLASE IIA: RIESGO MODERADO**

**CLASE IIB: ALTO RIESGO**

**CLASE III: MUY ALTO RIESGO**

**NA: EQUIPO NO MÉDICO**

**EBNC: EQUIPO BIOMÉDICO NO CONTROLADO**


**EBC: EQUIPO BIOMEDICO CONTROLADO**

**FD: FORMA DIRECTA**

**T: TIEMPO ENTRE INTERVENCIONES**

**N/A: NO SE CONOCEN LOS DATOS O REGISTROS DE ADQUISICIÓN**

## Anexo B. Expediente del equipo médico y hospitalario.

		<b>EXPEDIENTE DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS</b> <b>FUNDACIÓN CLINICA INFANTIL CLUB NOEL</b>		<b>P18 FT 03</b> <b>Fecha</b> <b>Actualización</b> <b>Feb-09</b>	
				<b>Página 1/1</b>	
<b>EQUIPO</b>	ELECTROCARDÍOGRAFO	<b>N° ACTIVO</b>	URG02		
<b>MARCA</b>	KENS	<b>UBICACIÓN</b>	URGENCIAS		
<b>MODELO</b>	106				
<b>N° SERIE</b>	60361385				
<b>DEFINICIÓN.</b> EL MONITOR DE EKG ES UTILIZADO PARA MEDIR Y SENSAR LAS SEÑALES BIOPOTENCIALES DEL CORAZÓN.					
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>					
<b>VARIABLE</b>		<b>MEDIDA</b>	<b>OTROS</b>	<b>MEDIDA</b>	
<b>TENSIÓN</b>	120	V	<b>FUENTE</b>	NA	V
<b>CORRIENTE</b>	1	A	<b>BATERÍA</b>	NA	V
<b>POTENCIA</b>	25	W	<b>FUSIBLE EXT</b>	NA	A
<b>RESISTENCIA</b>	5	Ω	<b>FUSIBLE INT</b>	NA	A
<b>FRECUENCIA</b>	60	Hz			
<b>N° FASES</b>	L1,N				
<b>OTROS SUMINISTROS</b>			<b>OTRAS CARACTERÍSTICAS</b>		
<b>AGUA</b>	NA	N/m <sup>2</sup>	<b>TEMPERATURA</b>	NA	°C
<b>AIRE</b>	NA	N/m <sup>2</sup>	<b>HUMEDAD</b>	NA	% humedad
<b>O<sub>2</sub></b>	NA	libras	<b>PESO</b>	NA	Kg
<b>VACÍO</b>	NA	cm-H <sub>2</sub> O	<b>PRESION</b>	NA	PSI
<b>ACCESORIOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>			<b>OBSERVACIONES</b>		
CABLE DE DOCE DERIVACIONES					
PAPEL TERMICO					
ELECTRODOS					
GEL					
<b>OTRA INFORMACIÓN</b>					
<b>PERSONAL ESPECIALIZADO PARA SU OPERACIÓN: ENFERMERO</b>					
<b>PERSONAL RESPONSABLE PARA EL MANTENIMIENTO: INGENIERO ELECTROMÉDICO</b>					
<b>OBSERVACION:</b> INCLUIR UN EQUIPO EN UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO, ES DE SUMA IMPORTANCIA PARA EL BIENESTAR DEL PACIENTE Y DE LA VIDA ÚTIL DEL EQUIPO.					
<b>ELABORÓ</b>			<b>APROBÓ</b>		

## Anexo C. Evaluación integral de equipos médicos y hospitalarios

**Cuadro 1. Evaluación integral del equipo médico y hospitalario de alto riesgo**

Nombre del equipo	Código equipo	E	C	M	T	Pi
Desfibrilador	URG19	8	7	3	3	21
Máquina de Anestesia	Qx38	9	7	3	2	21
Máquina de Anestesia	Qx22	9	7	3	2	21
Máquina de Anestesia	Qx06	9	7	3	2	21
Desfibrilador	Qx32	8	7	3	2	20
Desfibrilador	RP08	8	7	3	2	20
Rayos X Portátil	URG16	7	6	3	3	19
Unidad de electrocirugía	Qx09	8	6	3	2	19
Monitor Multiparamétrico	Qx11	7	7	3	2	19
Unidad de electrocirugía	Qx17	8	6	3	2	19
Unidad de electrocirugía	Qx37	8	6	3	2	19
Monitor Multiparamétrico	Qx21	7	7	3	2	19
Unidad de electrocirugía	Qx24	8	6	3	2	19
Monitor Multiparamétrico	Qx25	7	7	3	2	19
Monitor Multiparamétrico	Qx34	7	7	3	2	19
Monitor Multiparamétrico	Qx04	7	7	3	2	19
Monitor de presión no invasiva	URG04	7	5	3	3	18
Monitor de presión no invasiva	URG05	7	5	3	3	18
Monitor de presión no invasiva	URG10	7	5	3	3	18
Electrocardiógrafo	URG02	7	5	3	3	18
Monitor de presión no invasiva	Qx36	7	5	3	2	17
Oxímetro de pulso	URG15	7	5	2	3	17
Rayos X	RX03	7	6	3	1	17
Rayos X	RX04	7	6	3	1	17
Monitor de presión no invasiva	RP05	7	5	3	2	17

Nombre del equipo	Código equipo	E	C	M	T	Pi
Monitor de presión no invasiva	RP04	7	5	3	2	17
Monitor de presión no invasiva	Qx12	7	5	3	2	17
Monitor de presión no invasiva	Qx20	7	5	3	2	17
Electroencefalógrafo	ED04	7	5	3	1	16
Monitor de presión no invasiva	SSR01	7	5	3	1	16
Monitor de presión no invasiva	SSR02	7	5	3	1	16
Ecocardiógrafo	Ima01	7	5	3	1	16
Capnógrafo	RP01	7	5	2	2	16
Capnógrafo	RP02	7	5	2	2	16
Oxímetro de pulso	RP06	7	5	2	2	16
Oxímetro de pulso	RP07	7	5	2	2	16
Capnógrafo	Qx01	7	5	2	2	16
Capnógrafo	Qx15	7	5	2	2	16
Capnógrafo	Qx16	7	5	2	2	16
Capnógrafo	Qx23	7	5	2	2	16
Monitor de presión no invasiva	SP02	7	5	3	1	16
Oxímetro de pulso	SSR03	7	5	2	1	15
Oxímetro de pulso	SP06	7	5	2	1	15
Oxímetro de pulso	SLH06	7	5	2	1	15
Coagulador	Qx28	6	5	2	2	15
Coagulador	Qx29	6	5	2	2	15
Estimulador neuromuscular para Fisioterapia	FT01	5	6	3	1	15
Estimulador eléctrico de nervios periféricos para analgesia ,transcutáneo	FT05	5	5	2	1	13
Estimulador eléctrico de nervios periféricos para analgesia ,transcutáneo	FT06	5	5	2	1	13

**Cuadro 2. Evaluación integral de equipos médicos y hospitalarios de riesgo medio**

Nombre del equipo	Código equipo	E	C	M	T	Pi
Agitador	LAB01	1	1	1	3	6
Baño de María	LAB02	1	1	1	3	6
Centrifuga	LAB03	1	1	1	3	6
Centrifuga	LAB04	1	1	1	3	6
Centrifuga	LAB05	1	1	1	3	6
Centrifuga	LAB06	1	1	1	3	6
Horno de secado	LAB07	1	1	1	3	6
Esterilizador por vapor de agua de mesa	LAB08	1	1	1	3	6
Microscopio	LAB10	1	1	1	3	6
Microscopio	LAB11	1	1	1	3	6
Contador de células	LAB19	1	1	1	3	6
Hidrocolector	FT02	4	3	1	1	9
Máquina de masaje para Fisioterapia	FT03	4	3	2	1	10
Máquina de masaje para Fisioterapia	FT04	4	3	2	1	10
Banda Trotadora	TP02	4	3	1	1	9
Espirómetro	TP03	3	5	2	1	11
Máquina de masaje para Fisioterapia	TP04	4	3	2	1	10
Esterilizador por vapor de agua de mesa	ODO19	1	3	2	2	8
Amalgamador	ODO18	1	1	1	2	5
Amalgamador	ODO01	1	1	1	2	5
Cavitron	ODO02	2	1	1	2	6
Lámpara de Fotocurado	ODO05	2	1	1	2	6
Lámpara de Fotocurado	ODO06	2	1	1	2	6
Lámpara de Fotocurado	ODO20	2	1	1	2	6
Lámpara de Fotocurado	ODO21	2	1	1	2	6
Unidad Móvil	ODO08	1	1	1	2	5
Unidad Odontológica	ODO09	2	1	2	2	7
Unidad Odontológica	ODO10	2	1	2	2	7
Unidad Odontológica	ODO11	2	1	2	2	7
Unidad Odontológica	ODO12	2	1	2	2	7
Unidad Odontológica	ODO13	2	1	2	2	7
Balanza Análoga	SSR05	1	1	2	1	5
Balanza Electrónica	SSR04	1	1	2	1	5
Balanza Electrónica	SM07	1	1	2	1	5
Balanza Análoga	SM08	1	1	2	1	5
Balanza Electrónica	SLH04	1	1	2	1	5
Balanza Electrónica	URG11	1	1	2	3	7



Nombre del equipo	Código equipo	E	C	M	T	Pi
Balanza Electrónica	URG 14	1	1	2	3	7
Balanza Análoga	AD01	1	1	2	1	5
Balanza Análoga	AD02	1	1	2	1	5
Lámpara Cielítica	Qx03	1	1	1	3	6
Manta para hipo / hipertermia	Qx05	4	3	1	3	11
Microscopio	Qx07	1	1	1	3	6
Intensificador de Imágenes	Qx14	3	3	1	3	10
Lámpara Cielítica	Qx10	1	1	1	3	6
Lámpara Cielítica	Qx18	1	1	1	3	6
Lámpara Cielítica	Qx19	1	1	1	3	6
Lámpara Cielítica	Qx31	1	1	1	3	6
Microscopio	Dem 01	1	1	1	2	5
Compresor	ODO14	1	1	2	2	6
Compresor	ODO15	1	1	2	2	6
Compresor	ODO16	1	1	2	2	6
Balanza Análoga	Endo01	1	1	2	1	5
Lensómetro	Oftal01	3	1	1	1	6
Unidad Oftálmica	Oftal03	3	1	2	1	7
Esterilizador por vapor de agua	CE01	1	1	2	3	7
Esterilizador por vapor de agua	CE02	1	1	2	3	7
Esterilizador de Oxido Etileno	CE05	1	1	2	3	7
Planta Eléctrica	MT01	1	4	2	1	8
Compresor	MT02	1	1	2	1	5
Bomba de vacío	MT03	1	3	2	1	7
Secadora	LAV01	1	1	1	2	5
Secadora	LAV02	1	1	1	2	5
Lavadora	LAV03	1	1	1	2	5
Lavadora	LAV04	1	1	1	2	5
Centrifuga	LAV05	1	1	1	2	5
Succionador	TP01	4	3	2	1	10
Nebulizador	TP05	4	3	1	1	9
Nebulizador	TP06	4	3	1	1	9
Nebulizador	TP07	4	3	1	1	9
Nebulizador	TP08	4	3	1	1	9
Nebulizador	TP09	4	3	1	1	9
Nebulizador	TP10	4	3	1	1	9
Nebulizador	TP11	4	3	1	1	9
Nebulizador	TP12	4	3	1	1	9
Nebulizador	SSR09	4	3	1	1	9

Nombre del equipo	Código equipo	E	C	M	T	Pi
Succionador	SSR06	4	3	2	1	10
Succionador	SSR07	4	3	2	1	10
Nebulizador	SM03	4	3	1	1	9
Nebulizador	SM05	4	3	1	1	9
Succionador	SM09	4	3	2	1	10
Nebulizador	SP03	4	3	1	1	9
Nebulizador	SLH02	4	3	1	1	9
Nebulizador	SLH03	4	3	1	1	9
Succionador	SSR08	4	3	2	1	10
Nebulizador	URG07	4	3	1	3	11
Nebulizador	URG08	4	3	1	3	11
Nebulizador	URG09	4	3	1	3	11
Nebulizador	URG20	4	3	1	3	11
Nebulizador	URG21	4	3	1	3	11
Succionador	URG17	4	3	2	3	12
Succionador	URG18	4	3	2	3	12
Succionador	Qx26	4	3	2	2	11
Audiómetro	Aud01	3	3	2	1	10
Impedanciometro	Aud02	3	3	2	1	10
Succionador	Oto04	4	3	2	1	10

**Cuadro 3. Evaluación integral de equipos médicos y hospitalarios de riesgo bajo**

Nombre del equipo	Código equipo	E	C	M	T	Pi
Procesador de Película	RX02	1	1	1	1	4
Frontoluz	Oto02	1	1	1	1	4
Otoscopio	Oto03	1	1	1	1	4
Mesa de Cirugía	CIR01	1	1	1	1	4
Mesa de Cirugía	CIR02	1	1	1	1	4
Mesa de Cirugía	CIR03	1	1	1	1	4
Mesa de Cirugía	CIR04	1	1	1	1	4
Oftalmoscopio	Oftal02	1	1	1	1	4
Fuente de Luz	Qx27	1	1	1	1	4

Donde:

**E** es la función del equipo,

**C** es la aplicación clínica

**M** los requisitos de mantenimiento.

**T** las condiciones de explotación

El nivel de prioridad se calculó entonces como  $P_i = E + C + M + T$ .

### Anexo D. Inventario para el mantenimiento

Nº	EQUIPO	CODIGO	UBICACIÓN	INTERVALO	TIPO	CLASE	Pi
1	Máquina de anestesia	Qx22	SQX3	2	B	I	21
2	Máquina de anestesia	Qx38	SQX2	2	B	I	21
3	Máquina de anestesia	Qx06	SQX1	2	B	I	21
4	Desfibrilador	URG19	URGENCIAS	2	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	21
5	Desfibrilador	Qx32	TALLER	2	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	20
6	Desfibrilador	RP08	CIRUGIA	2	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	20
7	Rayos X portátil	URG16	URGENCIAS	2	B	I	19
8	Unidad de electrocirugía	Qx09	SQX2	2	BF	II	19
9	Monitor multiparamétrico	Qx11	SQX2	2	CF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	19
10	Unidad de electrocirugía	Qx17	SQX3	2	BF	II	19
11	Monitor multiparamétrico	Qx21	SQX3	2	CF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	19
12	Unidad de electrocirugía	Qx24	SQX4	2	BF	II	19
13	Monitor multiparamétrico	Qx25	SQX4	2	CF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	19
14	Monitor multiparamétrico	Qx34	CIRUGIA	2	CF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	19
15	Monitor multiparamétrico	Qx04	SQX1	2	CF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	19
16	Monitor de presión no invasiva	URG04	URGENCIAS	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	19
17	Unidad de electrocirugía	Qx37	SQX1	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	19

Nº	EQUIPO	CODIGO	UBICACIÓN	INTERVALO	TIPO	CLASE	Pi
18	Monitor de presión no invasiva	URG05	URGENCIAS	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	18
19	Monitor de presión no invasiva	URG10	URGENCIAS	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	18
20	Electrocardiógrafo	URG02	URGENCIAS	1	CF	I	18
21	Monitor de presión no invasiva	Qx36	SQX3	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	18
22	Oxímetro de pulso	URG15	URGENCIAS	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	17
23	Rayos X	RX03	RAYOS X	2	B	I	17
24	Rayos X	RX04	RAYOS X	2	B	I	17
25	Monitor de presión no invasiva	RP05	REC QX	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	17
26	Monitor de presión no invasiva	RP04	REC QX	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	17
27	Monitor de presión no invasiva	Qx12	SQX2	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	17
28	Monitor de presión no invasiva	Qx20	SQX3	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	17
29	Electroencefalógrafo	ED04	ELECTROS	1	B	I	16
30	Monitor de presión no invasiva	SSR01	S SAN ROQUE	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	16
31	Monitor de presión no invasiva	SSR02	S. SAN ROQUE	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	16
32	Eco cardiógrafo	Ima01	IMAGENOLOGIA	1	BF	I	16
33	Capnógrafo	RP01	REC QX	1	B	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	16
34	Capnógrafo	RP02	REC QX	1	B	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	16
35	Oxímetro de pulso	RP06	REC QX	1	B	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	16
36	Oxímetro de pulso	RP07	REC QX	1	B	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	16

Nº	EQUIPO	CODIGO	UBICACIÓN	INTERVALO	TIPO	CLASE	Pi
37	Capnógrafo	Qx01	SQX1	1	B	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	16
38	Capnógrafo	Qx15	SQX3	1	B	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	16
39	Capnógrafo	Qx16	SQX3	1	B	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	16
40	Capnógrafo	Qx23	SQX4	1	B	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	16
41	Monitor de presión no invasiva	SP02	S. PENSIONADOS	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	16
42	Oxímetro de pulso	SSR03	S SAN ROQUE	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	15
43	Oxímetro de pulso	SP06	S PENSIONADOS	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	15
44	Oxímetro de pulso	SLH06	URGENCIAS	1	BF	I/ALIMENTADO INTERNAMENTE	15
45	Coagulador	Qx28	CIRUGIA	2	B	II	15
46	Coagulador	Qx29	CIRUGIA	2	B	II	15
47	Estimulador neuromuscular para fisioterapia	FT01	FISIOTERAPIA	2	BF	I	15
48	Estimulador eléctrico de nervios periféricos para analgesia, transcutáneo	FT05	FISIOTERAPIA	2	BF	I	13
49	Estimulador eléctrico de nervios periféricos para analgesia, transcutáneo	FT06	FISIOTERAPIA	2	BF	I	13

**Anexo E. Pruebas de seguridad eléctrica según norma IEC 60601-1**

**Cuadro 1. Pruebas de seguridad eléctrica para equipos médicos tipo BF/B, clase I y II**

Medición		Valores límites		Mediciones realizadas		Unidad
		Clase I	Clase II	Clase I	Clase II	
CORRIENTE DE FUGA DERIVACIÓN A TIERRA	S.F.C	$\leq 1$	NA		NA	mA
	N.C	$\leq 0,5$	NA		NA	
CORRIENTE DE FUGA DERIVACIÓN CARCASA	S.F.C	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$			mA
	N.C	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$			
CORRIENTE DE FUGA DERIVACIÓN A PACIENTE	S.F.C	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$			mA
	N.C	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$			
CORRIENTE AUXILIAR A PACIENTE	S.F.C	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$			mA
	N.C	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$			
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		$\geq 2$	$\geq 7$			M $\Omega$
RESISTENCIA DE TIERRA		$\leq 0.2$	NA		NA	$\Omega$
TENSIÓN DE RED		120 ( + 5 % -10%)	120 ( +5 % -10 %)			V

**Cuadro 2. Pruebas de seguridad eléctrica para equipos médicos tipo CF, clase I y II**

Medición		Valores límites		Mediciones realizadas		Unidad
		Clase I	Clase II	Clase I	Clase II	
CORRIENTE DE FUGA DERIVACIÓN A TIERRA	S.F.C	$\leq 1$	NA		NA	mA
	N.C	$\leq 0,5$	NA		NA	
CORRIENTE DE FUGA DERIVACIÓN CARCASA	S.F.C	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$			mA
	N.C	$\leq 0,1$	$\leq 0,01$			
CORRIENTE DE FUGA DERIVACIÓN A PACIENTE	S.F.C	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$			mA
	N.C	$\leq 0,1$	$\leq 0,01$			
CORRIENTE AUXILIAR A PACIENTE	S.F.C	$\leq 0,05$	$\leq 0,05$			mA
	N.C	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$			
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		$\geq 20$	$\geq 70$			M $\Omega$
RESISTENCIA DE TIERRA		$\leq 0.2$	NA		NA	$\Omega$
TENSIÓN DE RED		120 ( +5 % -10%)	120 ( +5 % -10%)			V

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] NTC 1340: Electrotecnia, Tensiones y Frecuencias Nominales en Sistemas de Energía Eléctrica en Redes de Servicio Público. 2ª Edición. Bogotá, Colombia: ICONTEC. 2004



## Anexo F. Formato de inspección y mantenimiento preventivo.

### INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

---

Procedimiento N°

---

#### Ecocardiógrafo.

Código: \_\_\_\_\_

Nivel de Riesgo: Alto.

Intervalo ECRI: Anual

Intervalo del Hospital

---

Fecha de inicio: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Fecha de terminación: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

#### 1. Pruebas Cualitativas.

- 1.1. *Chasis / Carcasa.* Examinar el exterior del equipo y las condiciones físicas en general. Estar seguro que la carcasa está intacta, y que no hay indicios de serios abusos.
- 1.2. *Montaje.* Si el equipo está montado sobre una estantería o en un carro, examinar las condiciones del montaje. Si está sobre una estantería, revisar la seguridad de sus amarres.
- 1.3. *Frenos del Carro.* Si el equipo en sí constituye un carro transportable, verificar que no haya acumulación en las ruedas de hilos o suciedades, asegurarse que giran con suavidad. Revisar el funcionamiento de los frenos.
- 1.4. *Enchufe de Red y Base de Enchufe.* Examinar si está dañado el enchufe de red. Mover las clavijas para determinar si son seguras. Examinar el enchufe y su base para determinar que no falta ningún tornillo, que no está el plástico roto y que no hay indicios de peligro.

- 1.5. *Cables de Red.* Inspeccionar el cable por si hay señales de daño. Si está dañado, reemplazar el cable entero. Si el daño está producido en el principio o en el final se puede arreglar cortándolo y volviendo a montarlo. Estando seguro que se conecta con la polaridad correcta.
- 1.6. *Seguro contra Tirones.* Examinar las seguridades contra tirones de ambos lados del cable de red; que agarren al cable con seguridad.
- 1.7. *Interruptores y Fusibles.* Si el equipo tiene un interruptor chequear que su movilidad sea libre. Si el equipo está protegido por un fusible externo chequear su valor y modelo, ver que es el adecuado según marca la etiqueta de características del equipo.
- 1.8. *Cables.* Inspeccionar todos los cables y sus seguridades contra tirones. Examinar los cables para detectar roturas en el aislamiento y asegurarse que ellos agarran bien en sus partes finales, sin posibilidad de rotación del terminal sobre el cable. Verificar que no haya fallos intermitentes al doblar los cables eléctricos cerca de cada final y medir continuidad para verificar que no hay problemas.
- 1.9. *Accesorios de amarre y Conectores.* Examinar todos los cables eléctricos, condiciones generales de los conectores. Los conectores eléctricos deberían estar limpios y rectos.
- 1.10. *Transductores.* Revisar que no haya deterioros, fisuras, o deformaciones en la superficie de la cabeza de la sonda de ultrasonidos. Revisar que el fluido acústico es mecánicamente distribuido a los transductores; rellenar las sondas con el fluido recomendado si existen burbujas de aire.
- 1.11.
- 1.12. *Filtros.* Revisar la condición de todos los filtros y rejillas de ventilación de aire. Limpiar o reemplazar los filtros si es necesario.
- 1.13. *Controles y Teclas.* Examinar todos los controles y teclas en su estado físico, montaje seguro y, movimientos correctos. Si algún mando de control tiene fijados toques de límite, revisarlos y ver que el mando se detiene en la posición conveniente.
- 1.14. *Disipadores.* Revisar las condiciones físicas del sistema de ventilación. Limpiar y lubricar los disipadores si les hace falta.
- 1.15. *Indicadores y pantallas.* Asegurarse que funcionan todos los segmentos de las pantallas. Observar una imagen en la pantalla y, ver que ésta es de calidad.

- 1.16. *Modos de Calibración.* Verificar que todas las funciones de calibración son operativas.
- 1.17. *Señales Audibles.* Operar con el equipo para que se active cualquier señal audible. Confirmar que se escucha con el adecuado volumen; usar el control de volumen si es requerido.
- 1.18. *Accesorios.* Confirmar la presencia y las condiciones de los accesorios (electrodos y gel de acoplamiento), verificar que no han caducado.
- 1.19. *Simulador ECG.* Usando un simulador de ECG, verificar la operación normal de funcionamiento de los ecocardiógrafos, de acuerdo con el siguiente criterio:
  - La línea base debería tener constante espesor, ser horizontal y no descender. En sistemas equipados con control de posición, revisar el rango de movimiento.
  - Todas las partes de una simulación de ECG, la forma de onda debería ser
  - claramente visible, incluyendo la P del complejo de QRS.
  - No debería haber ruido presente de 50 Hz.
  - La exactitud de los intervalos entre la frecuencia marcada en pantalla por el ecocardiógrafo debería concordar con la frecuencia del simulador de ECG.

## **2. Mantenimiento Preventivo.**

- 2.1. *Limpieza.* Limpiar el exterior y el interior de los equipos grabadores de imagen, incluyendo monitores, impresoras, y grabadores de vídeo.
- 2.2. *Lubricación.* Lubricar las partes móviles, incluyendo ruedas, accesorio para conducción, y arrastres para deslizamiento.
- 2.3. *Rellenado de los Transductores.* Rellenar mecánicamente los conductos de los transductores con el fluido acústico recomendado por el fabricante, si existen burbujas de aire.
- 2.4. *Limpieza de Disipadores y Filtros.* Limpiar los disipadores y los filtros del sistema de ventilación del ecocardiógrafo.

## **3. Prueba de Aceptación.**

- 3.1. Verificar el funcionamiento general del equipo.

# INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

## Lista de Comprobación

### Eco-cardiógrafo.

#### 1. Pruebas Cualitativas.

#### Inspección.

Pasó: √ Falló: X

- 1.1. *Chasis / Carcasa.*
- 1.2. *Montaje.*
- 1.3. *Frenos del Carro.*
- 1.4. *Enchufe de Red y Base de Enchufe.*
- 1.5. *Cables de Red.*
- 1.6. *Seguro contra Tirones.*
- 1.7. *Interruptores y Fusibles.*
- 1.8. *Cables.*
- 1.9. *Accesorios de amarre y Conectores.*
- 1.10. *Transductores.*
- 1.11. *Filtros.*
- 1.12. *Controles y Teclas.*
- 1.13. *Disipadores.*
- 1.14. *Indicadores y pantallas.*
- 1.15. *Modos de Calibración.*
- 1.16. *Señales Audibles.*
- 1.17. *Accesorios.*
- 1.18. *Simulador ECG.*


#### 2. Mantenimiento Preventivo.

Realizado: √

- 2.1. *Limpieza.*
- 2.2. *Lubricación.*
- 2.3. *Rellenado de los Transductores.*
- 2.4. *Limpieza de Disipadores y Filtros.*


#### 3. Prueba de Aceptación.

Pasó: √ Falló: X

- 3.1. *Funcionamiento General.*

--

## Material Gastable.

## Unidades

- Limpiador desinfectante Frotex. g
- Limpiador de contactos. L
- Lubricante 556. L
- Alcohol 96%. L
- Silicona de spray. cm<sup>3</sup>
- Solvente Varsol L
- Lija No 300. cm<sup>2</sup>
- Resina epoxica mL
- Resina acrílica. mL
- Estaño. m
- Cinta aislante. m
- Cinta termo – encogible m
- Vaselina. g

## Herramientas y Equipos de prueba

- Juego de pinzas.
- Juego destornilladores.
- Multímetro.
- Cautín.
- Llaves Allen.
- Tercera mano.
- Simulador de ECG.

## OBSERVACIONES.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Procedimiento de inspección y mantenimiento preventivo: ecografo [en línea]. Zaragoza, España. Servicio aragonés de salud ,1999. [Consultado el 20 de octubre del 2010]. Disponible en Internet: <http://usuarios.multimania.es/legajius/Dir/Protocolos/Ecografos/ecog.pdf>

[2] RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. “Ingeniería Clínica” SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007. p.73.

## Anexo G. Protocolo de inspección y mantenimiento planificado del entorno

---

### INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PLANIFICADO DEL ENTORNO

#### Procedimiento N°

**Entorno de Laboratorio Clínico.**

**Nivel de Riesgo:** Medio.

**F.M Intervalo del Hospital**

2 \_\_\_\_\_

**Fecha de inicio** \_\_\_\_\_ hora \_\_\_\_\_

**Fecha de terminación** \_\_\_\_\_ hora \_\_\_\_\_

---

**F.M:** Frecuencia de mantenimiento

<b>Lista de elementos del entorno (instalación)</b>	<b>F.M (veces/año)</b>
---	------------------------

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| • 23 receptáculos eléctricos         | 1 |
| • 28 tubos fluorescentes (tipo slim) | 2 |
| • 2 bombillos ahorradores            | 2 |
| • 1 aire acondicionado               | 2 |

#### **Lista de equipos médicos y hospitalarios**

- |   |   |
|---|---|
| • 1 Agitador                              | 2 |
| • 1 Baño de María                         | 2 |
| • 4 Centrifugas                           | 1 |
| • 1 Contador de células                   | 2 |
| • 1 Horno                                 | 2 |
| • 1 Esterilizador a vapor de agua de mesa | 2 |
| • 2 Microscopios                          | 2 |

## 1. Pruebas Cualitativas.

### 1.1. Equipos médicos u Hospitalarios.

#### 1.1.1 Centrifuga.

- *Partes y accesorios.* Revisar partes y accesorios metálicos y sintéticos (soportes, cabezal, tapadera, empaques, portatubos).
- *Conexiones eléctricas.* Revisar conexiones eléctricas, internas y externas.
- *Motor.* Revisar el motor y sus componentes (carbones, baleros, eje, acoplamiento), cambiar carbones y lubricar si es necesario.
- *Comandos y teclas.* Examinar todos los controles y teclas en su estado físico, montaje seguro y, movimientos correctos.
- *Sistema Frenado.* Comprobar funcionamiento sistema de frenado y mecanismos de seguridad.
- *Plato con carga.* Verificar el balance del plato con carga.
  
- *Modos de Trabajo.* Comprobar operatividad de la unidad en todos los modos de (inspección de ruidos o vibraciones inusuales) trabajo.

#### 1.1.2 Microscopio.

- *Sistema eléctrico.* Revisar sistema eléctrico (transformador, conductores, conectores) cambiar elementos con signos de deterioro.
- *Sistema óptico.* Realizar limpieza del sistema óptico (oculares, objetivos, condensador, cuerpo binocular y dispositivos de iluminación).
- *Sistema mecánico.* Verificar los desplazamientos mecánicos para movimientos suaves, enfoque, platina porta objetos.
- *Diafragma, iris y montaje de condensador.* Comprobar apertura del diafragma, iris y montaje del condensador, ajustar y lubricar si es necesario.

#### 1.1.3 Baño de María.

- *Limpieza.* Verificar tipo de agua utilizada para evitar corrosiones
- *Equipos y accesorios.* Revisar tapadera, sellos o empaques, aisladores térmicos
- *Conexiones eléctricas y accesorios.* Revisar conectores y enchufes
- *Temperatura.* Verificar control automático de temperatura y comprobar el tiempo de alcance de la misma.
- *Motor.* Lubricar el eje del motor eléctrico del agitador.

#### 1.1.4 Agitador.

- *Rotor.* Engrase y lubricación del eje.
- *Motor.* Limpiar y lubricar el motor, si es necesario.
- *Bandeja.* Verificar el correcto equilibrio de la bandeja.
- *Temporizador.* Comprobar precisión del temporizador.

#### 1.1.5 Horno.

- *Elementos metálicos y sintéticos.* Revisar elementos metálicos o sintéticos (puertas, sellos, empaques, salidas de aire, manivela).
- *Componentes eléctricos y electrónicos.* Revisar componentes eléctricos y electrónicos (cordón de alimentación, tomacorriente, calefactor, ventilador, circuitos integrados).
- *Alarmas.* Verificar protecciones y alarmas cuando corresponda (sobre temperatura, no circulación del aire).
- *Interruptores y perillas.* Revisar estado y funcionamiento de interruptores y perillas.

#### 1.1.6 Esterilizador a vapor de agua.

- *Manómetro.* Inspeccionar el estado del manómetro. Verificar la presión de entrada con el mismo
- *Termómetro.* Inspeccionar el estado del manómetro
- *Válvula de seguridad.* Inspeccionar el estado de la válvula de seguridad

#### 1.1.7 Contador de células.

- *Sistema eléctrico y accesorios.* Revisar cables, enchufes, conectores y terminales.
- *Partes mecánicas.* Revisar plataforma, ejes y engranajes. Lubricar o reemplazar si es necesario.
- *Motor y accesorios.* Limpiar y lubricar el motor y accesorios, si es necesario.

### 1.2 Elementos del entorno.

#### 1.2.1 Receptáculos eléctricos.

- *Inspección visual.* Verificar la integridad física de los receptáculos, es decir, que estén en buenas condiciones.
- *Polaridad.* Verificar la correcta polaridad de los receptáculos.

#### 1.2.2 Luminaria.



Estas pruebas deben realizarse tanto en los tubos fluorescentes (tipo slim) como en los bombillos ahorradores.

- *Soporte.* Verificar estado de soportes, cambiar si es necesario.
- *Tornillos.* Realizar apriete de tornillos del sistema.
- *Balasta.* Verificar estado de balasta, cambiar si es necesario.
- *Difusores.* Verificar estado de difusores, cambiar si es necesario.

### 1.2.3 Aire acondicionado.

- *Condensador evaporador.* Efectuar limpieza integral del mismo. Verificar que no haya aceite en el evaporador
- *Empaques y bisagras.* Verificar estado de empaques y bisagras.
- *Motor.* Lubricar el motor – ventilador
- *Presión.* Verificar las presiones de succión y descarga.
- *Sistema.* Revisar fuga de gas en el sistema.
- *Compresor.* Revisar bornes del compresor.
- *Reajuste.* Reajuste soportes, pernos y tornillos en general
- *Terminales y Conexiones.* Revisar que no estén reventadas o dañadas las terminales o conexiones.

## 2. Mantenimiento del Entorno.

- 2.1. *Integridad física y estética.* Revisar la integridad física y estética del entorno. Verificar que se encuentra en buenas condiciones. En caso de algún comentario sobre irregularidades del área, anotarlo en observaciones.

## 3. Pruebas cuantitativas

### 3.1 Receptáculos eléctricos

- *Tensión de línea.* En los receptáculos debe comprobarse que exista la tensión de línea adecuada, es decir, 120 V ( +5 % -10 %).
- *Resistencia tierra-neutro.* Las resistencias de la tierra y el neutro no deben exceder los 0.2  $\Omega$ .
- *Agarre mecánico.* La mínima fuerza mecánica para poder retirar una conexión individual en cualquiera de las tres salidas de un receptáculo debe ser de 115 g

# INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PLANIFICADO DEL ENTORNO

## Lista de Comprobación

### Área de Laboratorio Clínico.

#### 1. Pruebas Cualitativas.

#### Inspección.

Pasó:  Falló:

#### 1.1 Equipos médicos u Hospitalarios.

##### 1.1.1 Centrifuga.

- Partes y accesorios.
- Conexiones eléctricas.
- Motor.
- Comandos y teclas.
- Sistema Frenado.
- Plato con carga.
- Modos de Trabajo.


##### 1.1.2 Microscopio.

- Sistema eléctrico.
- Sistema óptico.
- Sistema mecánico.
- Diafragma, iris y montaje de condensador.


##### 1.1.3 Baño de María.

- Limpieza.
- Equipos y accesorios.
- Conexiones eléctricas y accesorios.
- Temperatura.
- Motor.


1.1.4 Agitador.

- Rotor.
- Motor.
- Bandeja.
- Temporizador.


1.1.5 Horno.

- Elementos metálicos y sintéticos.
- Componentes eléctricos y electrónicos.
- Alarmas.
- Interruptores y perillas.

y


1.1.6 Esterilizador a Vapor de Agua.

- Manómetro.
- Termómetro.
- Válvula de seguridad.


1.1.7 Contador de células.

- Sistema eléctrico y accesorios.
- Partes mecánicas.
- Motor y accesorios.
- Temporizador.


1.2 Elementos del entorno.

1.2.1 Receptáculos eléctricos.

- Inspección visual.
- Polaridad.


1.2.2 Luminaria.

- Soporte.
- Tornillos.
- Balastra.
- Difusores.


### 1.2.3 Aire acondicionado.

- Condensador evaporador.
- Empaques y bisagras.
- Motor.
- Presión.
- Sistema.
- Compresor.
- Reajuste.
- Terminales y Conexiones.


## 2. Mantenimiento.

Realizado:

### 2.1 Integridad física y estética.

--

## 3. Pruebas cuantitativas

- Tensión de línea.
- Resistencia tierra-neutro
- Agarre mecánico.


### Material Gastable.

- Frotex.
- Limpiador de contactos.
- Lubricante 556.
- Alcohol 96%.
- Silicona de spray.
- Varsol.
- Lija No 300.
- Resina epoxica.
- Resina acrílica.
- Estaño.
- Cinta aislante.
- Cinta termo - encogible.
- Vaselina.

### Unidades

g  
L  
L  
L  
cm<sup>3</sup>  
L  
cm<sup>2</sup>  
ml  
ml  
m  
m  
m  
g

### **Herramientas y Equipos.**

- Juego de pinzas.
- Juego destornilladores.
- Multímetro.
- Cautín.
- Llaves Allen.
- Tercera mano.

### **OBSERVACIONES.**

---

---

---

---

---

---

---

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

**[1]** Manual de mantenimiento para equipo de laboratorio en línea]. Organización Panamericana de la Salud, Washington D.C., 2005. [Consultado el 20 de octubre del 2010]. Disponible en Internet: [http://www.paho.org/spanish/ad/ths/ev/lab\\_manual-mantenimiento.pdf](http://www.paho.org/spanish/ad/ths/ev/lab_manual-mantenimiento.pdf)

**[2]** NTC 1340: Electrotecnia, Tensiones y Frecuencias Nominales en Sistemas de Energía Eléctrica en Redes de Servicio Público. 2ª Edición. Bogotá, Colombia: ICONTEC. 2004

**[3]** Proyecto de mantenimiento hospitalario: manual de mantenimiento preventivo planificado MPP [en línea]. San Salvador. Ministerio de salud pública y asistencia social, 1999. [Consultado el 20 de octubre del 2010]. Disponible en Internet: [http://www.pcmmanagement.es/editorial/Managem\\_powpoin/Proyecto%20Mantenimiento%20Hospitalario.pdf](http://www.pcmmanagement.es/editorial/Managem_powpoin/Proyecto%20Mantenimiento%20Hospitalario.pdf)

**[4]** RODRIGUEZ DENIS, Ernesto B. “Ingeniería Clínica” SOCBIO. Ciudad de La Habana, Cuba. 2007. p.73.

**[5]** UMDNS español – ingles por orden alfabético [en línea]. USA: ECRI, 2000. [Consultado el 20 de octubre del 2010]. Disponible en Internet: [www.ecri.org](http://www.ecri.org)

### Anexo H. Formato de orden de trabajo

CÓDIGO EQUIPO	DEL	FECHA DE SOLICITUD	AÑO	MES	DÍA	HORA
		FALSA SOLICITUD SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> EQUIPO FUERA DE SERVICIO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				
		FECHA DE REPORTE DE SERVICIO TÉCNICO	AÑO	MES	DÍA	HORA
ÁREA	PERSONA QUE SOLICITA EL SERVICIO					CARGO

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE SOLICITUD DE SERVICIO	MANTENIMIENTO EFECTUADO POR	
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	

DATOS EQUIPO	DEL	ESPECIFICACIONES DEL SERVICIO
EQUIPO		
MARCA		
MODELO		
SERIE		

#### MATERIALES Y REPUESTOS

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
COSTO TOTAL		

OBSERVACIONES (TECNICO DE MANTENIMIENTO/SOLICITANTE/TALLER EXTERNO)

ALTA DEL EQUIPO

AÑO	MES	DÍA	HORA
-----	-----	-----	------

FIRMAS

RECIBIDO POR	APROBACIÓN DEL SERVICIO	RECIBI CONFORME	PERSONA QUE REALIZÓ EL MANTENIMIENTO
--------------	-------------------------	-----------------	--------------------------------------

## Anexo I. Cálculo de carga para el plan de mantenimiento anual

**Cuadro 1. Cálculo de carga para el plan anual de los equipos médicos/hospitalarios del inventario para el mantenimiento.**

Equipo	Código	Intervalo IPM	Tiempo promedio M.P (minutos)	Cálculo carga plan anual (minutos)
Maquina de anestesia	Qx22	2	120	240
Maquina de anestesia	Qx38	2	120	240
Maquina de anestesia	Qx06	2	120	240
Desfibrilador	URG19	2	90	180
Desfibrilador	Qx32	2	90	180
Desfibrilador	RP08	2	90	180
Rayos X Portátil	URG16	2	90	180
Unidad de electrocirugía	Qx09	2	105	210
Monitor multiparamétrico	Qx11	2	120	240
Unidad de electrocirugía	Qx17	2	105	210
Monitor multiparamétrico	Qx21	2	120	240
Unidad de electrocirugía	Qx24	2	105	210
Monitor multiparamétrico	Qx25	2	120	240
Monitor multiparamétrico	Qx34	2	120	240
Monitor multiparamétrico	Qx04	2	120	240
Monitor de presión no invasiva	URG04	1	60	60
Unidad de electrocirugía	Qx37	1	105	105
Monitor de presión no invasiva	URG05	1	60	60
Monitor de presión no invasiva	URG10	1	60	60
Electrocardiógrafo	URG02	1	60	60
Monitor de presión no invasiva	Qx36	1	60	60
Oxímetro de pulso	URG15	1	45	45
Rayos X	RX03	2	150	300
Rayos X	RX04	2	150	300
Monitor de presión no invasiva	RP05	1	60	60
Monitor de presión no invasiva	RP04	1	60	60
Monitor de presión no invasiva	Qx12	1	60	60
Monitor de presión no invasiva	Qx20	1	60	60
Electroencefalógrafo	ED04	1	45	45



<b>Equipo</b>	<b>Código</b>	<b>Intervalo IPM</b>	<b>Tiempo promedio M.P (minutos)</b>	<b>Cálculo carga plan anual (minutos)</b>
Monitor de presión no invasiva	SSR01	1	60	60
Monitor de presión no invasiva	SSR02	1	60	60
Eco cardiógrafo	Ima01	1	75	75
Capnógrafo	RP01	1	45	45
Capnógrafo	RP02	1	45	45
Oxímetro de pulso	RP06	1	45	45
Oxímetro de pulso	RP07	1	45	45
Capnógrafo	Qx01	1	45	45
Capnógrafo	Qx15	1	45	45
Capnógrafo	Qx16	1	45	45
Capnógrafo	Qx23	1	45	45
Monitor de presión no invasiva	SP02	1	60	60
Oxímetro de pulso	SSR03	1	45	45
Oxímetro de pulso	SP06	1	45	45
Oxímetro de pulso	SLH06	1	45	45
Coagulador	Qx28	2	50	100
Coagulador	Qx29	2	50	100
Estimulador neuromuscular para fisioterapia	FT01	2	75	150
Estimulador eléctrico de nervios periféricos para analgesia ,transcutáneo	FT05	2	50	100
Estimulador eléctrico de nervios periféricos para analgesia ,transcutáneo	FT06	2	50	100
<b>Subtotal</b>				5905
<b>Equivalente en horas</b>				98

**Cuadro 2. Cálculo de carga para el plan anual de los equipos médicos/hospitalarios pertenecientes del mantenimiento planificado del entorno.**

<b>Equipo</b>	<b>Código</b>	<b>Frecuencia de inspección</b>	<b>Tiempo promedio de mantenimiento (minutos)</b>	<b>Cálculo carga plan anual (minutos)</b>
Agitador	Lab01	2	30	60
Baño de María	Lab02	2	30	60
Centrífuga	Lab03	1	30	30
Centrífuga	Lab04	1	30	30
Centrífuga	Lab05	1	30	30
Centrífuga	Lab06	1	30	30
Horno de secado	Lab07	2	30	60
Esterilizador por vapor de agua de mesa	Lab08	2	30	60
Microscopio	Lab10	2	45	90
Microscopio	Lab11	2	45	90
Contador de células	Lab19	2	15	30
Maquina de masaje para fisioterapia	Ft03	1	20	20
Maquina de masaje para fisioterapia	Ft04	1	20	20
Hidrocolector	Ft02	1	20	20
Espirómetro	Tp03	1	30	30
Succionador	Tp01	1	30	30
Nebulizador	Tp05	1	30	30
Nebulizador	Tp06	1	30	30
Nebulizador	Tp07	1	30	30
Nebulizador	Tp08	1	30	30
Nebulizador	Tp09	1	30	30
Nebulizador	Tp10	1	30	30
Nebulizador	Tp11	1	30	30
Nebulizador	Tp12	1	30	30
Banda trotadora	Tp02	2	30	60
Maquina de masaje para fisioterapia	Tp04	1	30	30
Nebulizador	Ssr09	1	30	30
Succionador	Ssr06	1	30	30
Succionador	Ssr07	1	30	30
Nebulizador	Sm03	1	30	30

<b>Equipo</b>	<b>Código</b>	<b>Frecuencia de inspección</b>	<b>Tiempo promedio de mantenimiento (minutos)</b>	<b>Cálculo carga plan anual (minutos)</b>
Nebulizador	Sm05	1	30	30
Succionador	Sm09	1	30	30
Nebulizador	Sp03	1	30	30
Nebulizador	Slh02	1	30	30
Nebulizador	Slh03	1	30	30
Succionador	Ssr08	1	30	30
Balanza electrónica	Ssr04	2	20	40
Balanza análoga	Ssr05	2	20	40
Balanza análoga	Sm08	2	20	40
Balanza electrónica	Sm07	2	20	40
Balanza electrónica	Slh04	2	20	40
Nebulizador	Urg07	1	30	30
Nebulizador	Urg08	1	30	30
Nebulizador	Urg20	1	30	30
Nebulizador	Urg21	1	30	30
Nebulizador	Urg17	1	30	30
Nebulizador	Urg18	1	30	30
Nebulizador	Urg09	1	30	30
Balanza electrónica	Urg11	2	20	40
Balanza electrónica	Urg13	2	20	40
Amalgamador	Odo18	2	30	60
Amalgamador	Odo01	2	30	60
Cavitron	Odo02	2	30	60
Lámpara de foto curado	Odo05	2	30	60
Lámpara de foto curado	Odo06	2	30	60
Esterilizador por vapor de agua de mesa	Odo19	2	20	40
Lámpara de foto curado	Odo20	2	30	60
Lámpara de foto curado	Odo21	2	30	60
Unidad móvil	Odo08	2	30	60
Unidad odontológica	Odo09	2	60	120
Unidad odontológica	Odo10	2	60	120
Unidad odontológica	Odo11	2	60	120
Unidad odontológica	Odo12	2	60	120
Unidad odontológica	Odo13	2	60	120
Compresor	Odo14	2	30	60
Compresor	Odo15	2	60	120

Equipo	Código	Frecuencia de inspección	Tiempo promedio de mantenimiento (minutos)	Cálculo carga plan anual (minutos)
Lensómetro	Oftal01	2	30	60
Unidad oftálmica	Oftal03	2	40	80
Balanza análoga	Ad01	2	20	40
Balanza análoga	Ad02	2	20	40
Lámpara cielítica	Qx03	2	30	60
Manta para hipo/hipertermia	Qx05	1	60	60
Microscopio	Qx07	2	45	90
Intensificador de imágenes	Qx14	2	40	80
Lámpara cielítica	Qx10	2	30	60
Lámpara cielítica	Qx18	2	30	60
Lámpara cielítica	Qx19	2	30	60
Lámpara cielítica	Qx31	2	30	60
Succionador	Qx26	1	30	30
Secadora	Lav01	4	120	480
Secadora	Lav02	4	120	480
Lavadora	Lav03	4	120	480
Lavadora	Lav04	4	120	480
Centrifuga	Lav05	1	120	120
Planta eléctrica	Mt01	2	180	360
Compresor	Mto2	2	60	120
Bomba de vacío	Mt03	1	60	60
Esterilizador por vapor de agua	Ce01	2	60	120
Esterilizador por vapor de agua	Ce02	2	60	120
Esterilizador de óxido de etileno	Ce05	4	90	360
Audiómetro	Aud01	2	30	60
Impedanciometro	Aud02	2	30	60
Succionador	Oto04	1	30	30
Balanza análoga	Endo01	2	20	40
Microscopio	Dem01	2	45	90
Compresor	Odo16	2	60	120
<b>Subtotal</b>				7470
<b>Equivalente en horas</b>				124,5



Anexo K. Planificación anual de los mantenimientos de los entornos.

ENTORNO	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V
QUIRÓFANO																
URGENCIAS																
HOSPITALIZACION																
ESTERILIZACION																
TERAPIA																
FISIOTERAPIA																
LABORATORIO CLINICO																
MANTENIMIENTO																
ODONTOLOGIA																
AUDIOLOGIA																
OFTALMOLOGIA																
DERMATOLOGIA																
ENDOCRINOLOGIA																
OTORRINO																
LAVANDERIA																

ENTORNO	JUNIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V
QUIRÓFANO																
URGENCIAS																
HOSPITALIZACION																
ESTERILIZACION																
TERAPIA																
FISIOTERAPIA																
LABORATORIO CLINICO																
MANTENIMIENTO																
ODONTOLOGIA																
AUDIOLOGIA																
OFTALMOLOGIA																
DERMATOLOGIA																
ENDOCRINOLOGIA																
OTORRINO																
LAVANDERIA																

ENTORNO	OCTUBRE												NOVIEMBRE												DICIEMBRE																											
	1			2			3			4			1			2			3			4			1			2			3			4																		
	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V								
QUIRÓFANO																																																				
URGENCIAS																																																				
HOSPITALIZACION																																																				
ESTERILIZACION																																																				
TERAPIA																																																				
FISIOTERAPIA																																																				
LABORATORIO CLINICO																																																				
MANTENIMIENTO																																																				
ODONTOLOGIA																																																				
AUDIOLOGIA																																																				
OFTALMOLOGIA																																																				
DERMATOLOGIA																																																				
ENDOCRINOLOGÍA																																																				
OTORRINO																																																				
LAVANDERIA																																																				

## Anexo L. Diagramas de Flujo de Datos de la Gestión de Mantenimiento





