



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Implementación del Plan de
Mantenimiento y Servicio de Ingeniería
Biomédica en un Hospital Materno Infantil**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Julio César Lozano González

ASESOR DE INFORME

M.I. Octavio Arenas Covarrubias



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

Agradecimientos:

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería, por darme las herramientas, visión y formación integra; que me permitan servir como profesionalista al país.

A mi Director M.I. Octavio Arenas Covarrubias, por su orientación, apoyo y enseñanzas antes y durante la elaboración de este trabajo; que representa la culminación de una etapa escolar y el inicio del desarrollo profesional.

A cada uno de los Sinodales: M.I. Serafín Castañeda, M.I. Livier Báez, Dra Zaida Alarcón y Ing. Héctor Hernández; por sus conocimientos y aportes durante la revisión de este trabajo.

A mi familia: Alberto, Guadalupe, Leticia, Adriana, Gema, Miguel, Clara y Eva por su cariño, dedicación, paciencia, y ejemplo. Ustedes son los responsables de mi paso y culminación por la universidad, siendo está la mejor herramienta de vida.

A mis compañeros de generación: Alejandro y Juan Carlos por el tiempo compartido y el apoyo durante la formación.

A grandes mis amigos, cómplices de la divulgación, los viajes y la tertulia; Alejandro y Guillermo, quienes con su ejemplo y amor a la universidad presionaron en la elaboración de este trabajo.

A mis compañeros del Hospital Materno Infantil “Vicente Ramón Guerrero Saldaña”: Damaris, Edgar, Oscar y Erick quienes con su experiencia y enseñanzas dieron luz a este proyecto.

A ustedes dos, las estrellas que marcan cada uno de mis pasos, que crean la mejor versión de mí, que han sido mis pilares fundamentales y que sin ustedes no lo hubiera logrado, con todo mi amor y admiración a Yurico y Julieta; las amo, gracias por todo.

CONTENIDO

1.	Introducción y Objetivo.....	3
1.1.	Introducción.....	3
1.2.	Objetivo.....	4
2.	Descripción de la Institución.....	5
2.1.	Antecedentes.....	5
2.2.	Historia del Hospital Materno Infantil “Vicente Ramón Guerrero Saldaña.....	6
2.3.	Descripción del Puesto de Trabajo.....	7
2.4.	Objetivos del Departamento de Ingeniería Biomédica.....	7
2.5.	Misión del Departamento de Ingeniería Biomédica.....	8
2.6.	Visión del Departamento de Ingeniería Biomédica.....	8
2.7.	Organigrama.....	9
2.8.	Funciones del Puesto de Trabajo.....	10
3.	Antecedentes del Proyecto.....	11
4.	Información Técnica de Mantenimiento.....	14
4.1.	Recopilación y Catalogación de Manuales de Servicio y Operación.....	14
4.2.	Establecimiento del Almacén de Consumibles.....	16
4.3.	Generación de los Puntos de Reorden para Consumibles.....	18
4.4.	Generación de Necesidades de Herramienta.....	21
5.	Sistema de Mantenimiento Preventivo.....	23
5.1.	Objetivos Particulares.....	23
5.2.	Organización del Calendario de Mantenimiento Preventivo.....	23
5.3.	Asignación de Equipos y Formato de Mantenimiento Preventivo en Áreas Hospitalarias.....	27
5.4.	Identificación del Proceso de Mantenimiento Preventivo.....	29
5.5.	Libreto o Guión del Procedimiento.....	29
5.6.	Diagrama de Flujo.....	30
6.	Sistema de Mantenimiento Correctivo.....	31
6.1.	Identificación del Proceso.....	31
6.2.	Orden de Trabajo.....	31

6.3.	Libreto o Guion del Procedimiento.....	33
6.4.	Diagrama de Flujo.....	35
7.	Seguimiento y control de la gestión de mantenimiento.....	36
7.1.	Calendario por Áreas.....	36
7.2.	Rutinas de Mantenimiento.....	38
7.3.	Indicadores.....	40
7.3.1.	Evaluación de la Tecnología Médica Perteneiente al Instituto.....	41
7.3.2.	Evaluación de Tecnología Médica que Cuenta con Garantía.....	42
7.3.3.	Evaluación del Mobiliario y Equipo.....	43
7.3.4.	Evaluación del Personal.....	44
8.	Análisis de Resultados no Favorables.....	45
8.1.	Dependencia de Contratos de Mantenimiento.....	45
8.2.	Déficit de Capacitación.....	46
8.3.	Falta de Puesta en Marcha Programada.....	47
8.4.	Omisión de Medición del Tiempo de Servicio.....	48
9.	Conclusiones:.....	49
10.	Bibliografía:.....	52

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO.

1.1. INTRODUCCIÓN.

De acuerdo con la NOM 240 la tecnovigilancia tiene como función garantizar que los dispositivos médicos que se encuentran disponibles en el mercado funcionen de la manera indicada, conforme a la intención de uso del fabricante (indicada en la autorización sanitaria correspondiente emitida por la Secretaría de Salud) y en caso contrario se tomen las acciones correspondientes para corregir y/o disminuir la probabilidad de recurrencia de los incidentes adversos, con lo cual se busca mejorar la protección de la salud y seguridad de los usuarios de dispositivos médicos. (Secretaria de Salud, 2012).

De acuerdo con el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC) los dispositivos médicos se definen como : Producto, instrumento, aparato, máquina o programa informático que se usa para la prevención, el diagnóstico, el tratamiento o la rehabilitación de enfermedades, dolencias y cuidados paliativos, o para detectar, medir, restaurar, corregir o modificar la anatomía o función del organismo. Los medios empleados por un dispositivo médico no son farmacológicos, inmunológicos ni metabólicos. (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, 2016)

Por otro lado el mismo CENETEC define el equipo médico o tecnología médica como: Todo dispositivo que se utiliza para propósitos específicos de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación de una enfermedad o lesión; puede ser utilizado solo o en combinación con algún accesorio, consumible, u otro equipo médico. Requieren, mantenimiento, calibración, reparación, capacitación al usuario y retirada del servicio; actividades usualmente gestionadas por ingenieros biomédicos. (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, 2016)

Las labores de mantenimiento a equipos médicos se encuentran íntimamente relacionadas a la prevención de accidentes y lesiones hacia los pacientes o personal de salud, de esta premisa surge la necesidad de implementar un servicio de mantenimiento lleve a cabo un plan preventivo y correctivo; que permita garantizar la correcta operación cada uno de los equipos médicos y con ello favorecer el diagnóstico, atención y recuperación del paciente; guardando la seguridad necesaria en él y el personal operario.

En este trabajo se presenta la implementación de un Servicio de Ingeniería Biomédica, que desarrolle un Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en el Hospital Materno Infantil de Chimalhuacán, haciendo énfasis en establecer un índice de prioridad de mantenimiento,

enfocado a la prevención de fallas en el equipo, de riesgos hacia el paciente y hacia el operario. Se toma un espacio del trabajo para poder hacer mención de las acciones implementadas que no lograron un resultado favorable, dejando como antecedente un análisis de fallas en la toma de decisiones dentro del Departamento.

1.2. OBJETIVO.

El objetivo general de este trabajo se centra en establecer los procesos y procedimientos necesarios para implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo a equipos médicos en un hospital de especialidad. El desarrollo de este objetivo se muestra a partir de 4 rubros a desarrollar en cada uno de los capítulos siguientes:

- Recopilación de información técnica de mantenimiento.
- Instalación del sistema de mantenimiento correctivo.
- Instalación del sistema de mantenimiento preventivo.
- Seguimiento y control de la gestión de mantenimiento.

Cada capítulo aborda objetivos particulares a desarrollar para la implementación del plan de mantenimiento.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN.

2.1. ANTECEDENTES.

La publicación de la Ley de Salud del Estado de México, que entró en vigor el 1º de abril de 1987, sentó las bases para la creación del Instituto de Salud del Estado de México "ISEM", que inicialmente se integró por un Consejo Interno, una Dirección General, las Direcciones de Servicios de Salud, de Planeación y de Administración, así como por la Subdirección de Regulación Sanitaria, que unos meses después cambió su nivel a dirección. Además, contaba con cuatro coordinaciones regionales, 19 jurisdicciones sanitarias y 166 coordinaciones municipales de salud, la Subdirección de Urgencias y un Laboratorio Regional (Instituto de Salud del Estado de México, 2011).

La última reestructuración integral que se efectuó del Instituto de Salud del Estado de México fue en 1998. Entre las modificaciones que se realizaron a su estructura de organización destaca la incorporación de un nuevo nivel para reducir el tramo de control de la Dirección General, así como, para fortalecer su papel de supervisión y dirección; en este sentido, se crearon las coordinaciones de Salud y Regulación Sanitaria y de Administración y Finanzas, como unidades administrativas intermedias entre la Dirección General y las direcciones de área. Estas coordinaciones permitieron integrar en un solo mando funciones afines y complementarias.

En marzo de ese mismo año, se firmó un convenio entre la Federación y el Estado para poner en marcha el programa de educación, salud y alimentación (PROGRESA), el cual tiene como propósito fundamental apoyar a las familias que viven en condiciones de pobreza extrema y ampliar las oportunidades y capacidades de sus miembros para alcanzar mejores niveles de bienestar, quedando como órgano operativo la Unidad del Programa de Ampliación de Cobertura (PAC). En ese mismo año y debido a que era indispensable contar con un área responsable del mantenimiento, conservación, reparación e instalación de equipo médico especializado en unidades médicas, se creó el Departamento de Ingeniería Biomédica e Instalaciones, dependiente de la Subdirección de Infraestructura en Salud. (Instituto de Salud del Estado de México, 2005)

2.2. HISTORIA DEL HOSPITAL MATERNO INFANTIL “VICENTE RAMÓN GUERRERO SALDAÑA.

El Instituto de Salud del Estado de México, consciente de su responsabilidad, implementó un sistema de atención en sus unidades de salud, que permite el acceso a un primer nivel en forma oportuna, eficiente, ágil, y confiable. Así, los hospitales materno-infantiles surgen como una estrategia por parte del gobierno estatal con el fin de cubrir las principales necesidades de atención, específicamente de mujeres, neonatos y niños, en materia de servicios de salud, acercando los recursos humanos, tecnológicos, financieros y científicos a los municipios con mayor índice de marginación dentro del Estado.

De esta manera, el 20 de julio de 2011, se concretó la apertura del Hospital Materno Infantil “Vicente Ramón Guerrero Saldaña”, en el marco de la conmemoración del cumplimiento del compromiso número 600 del Gobernador del Estado de México en turno, Lic. Enrique Peña Nieto, siendo Secretario de Salud del Estado de México, el Dr. Gabriel O’Shea Cuevas.

Este Hospital con una extensión de 15000 m² y 60 camas censables (primero en su tipo en la región), ubicado en la calle Emiliano Zapata s/n en la colonia Barrio Transportistas municipio de Chimalhuacán, Estado de México.

El Departamento de Ingeniería Biomédica e Instalaciones inició sus actividades en el ISEM en el año de 1998 debido a la necesidad de contar con un área responsable del mantenimiento, conservación, reparación e instalación de equipo médico especializado en unidades médicas, dependiente de la Subdirección de Infraestructura en Salud. Con el tiempo se ha especializado en diferentes áreas y ha servido de apoyo en diversos procedimientos quirúrgicos como laparoscopias, endoscopias y telemedicina. (Secretaría de Salud, 2011)

El Departamento comienza el 28 de abril del 2011 con la apertura de Ingeniería Biomédica realizando actividades de supervisión de la construcción del inmueble, así como, en la recepción del activo, siendo la autoclave de vapor ubicada ahora en la Central de esterilización y Equipo “CEyE”, el primer equipo biomédico que entró por las puertas del hospital. Subsecuentemente se integraron nuevos elementos para complementar la plantilla básica del Departamento hasta el 16 de mayo de ese mismo año cuando se presenta el Jefe de Ingeniería y Mantenimiento para complementar dicha plantilla.

En el Hospital Materno Infantil Vicente Ramón Guerrero Saldaña “Chimalhuacán”, el Servicio de Ingeniería Biomédica, perteneciente al Departamento de Ingeniería y Mantenimiento participa de manera activa en la recepción de equipo, instalación, capacitación del personal, además, lleva a cabo un diagnóstico situacional del servicio para determinar las necesidades, problemáticas,

oportunidades y fortalezas con la intención de poner en marcha las actividades en su totalidad. A partir del mes de octubre del año 2012 se inicia la colaboración como vocal con el Comité para la Detección y Control de Infecciones Nosocomiales "CODECIN" dada la importancia de la relación que se tiene con el trato indirecto hacia los pacientes y directo con usuarios de los equipos, en ese mismo año se inicia la colaboración con el Comité de Prevención y Atención en Caso de Desastres.

2.3. DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO.

Se define de acuerdo a los lineamientos de la Secretaría de Salud (SALUD, 2014) las funciones del puesto de acuerdo los siguientes rubros:

- Aplicar normas y procedimientos técnicos para otorgar servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de los monitores, equipos electro quirúrgicos y respiradores.
- Dar asesoría diagnóstica y correctiva para equipos eléctricos de laboratorio y diseño instrumental.
- Experimentar en la producción de instrumentos y técnicas que disminuyan la dependencia tecnológica en medicina y biología a fin de que se adapten mejor a las necesidades locales. Para cada institución las finalidades pueden ser alcanzadas en forma y áreas.

2.4. OBJETIVOS DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

Ser un Departamento confiable y resolutivo, con personal altamente calificado en materia de equipo médico; en la incorporación, actualización y gestión del mismo, que se emplea en la prestación de los servicios de la salud.

- Supervisar el mantenimiento preventivo y correctivo, a equipo médico por parte de proveedores mientras se encuentre en garantía.
- Evaluación de proveedores para futuros contratos.
- Ampliación de terapias neonatales con apoyo del Departamento de Mantenimiento.
- Coordinar, supervisar y controlar los inventarios, de consumibles y equipo; a cargo del Departamento de Ingeniería Biomédica.
- Apoyo durante la recepción de equipos en almacén, la instalación y puesta en marcha del equipo en los servicios.

- Registro en el inventario de los equipos que se incorporan, detallando accesorios, marca y modelos.
- Capacitación continua a personal médico y de enfermería.
- Recolección, archivo y control de manuales de equipo médico.

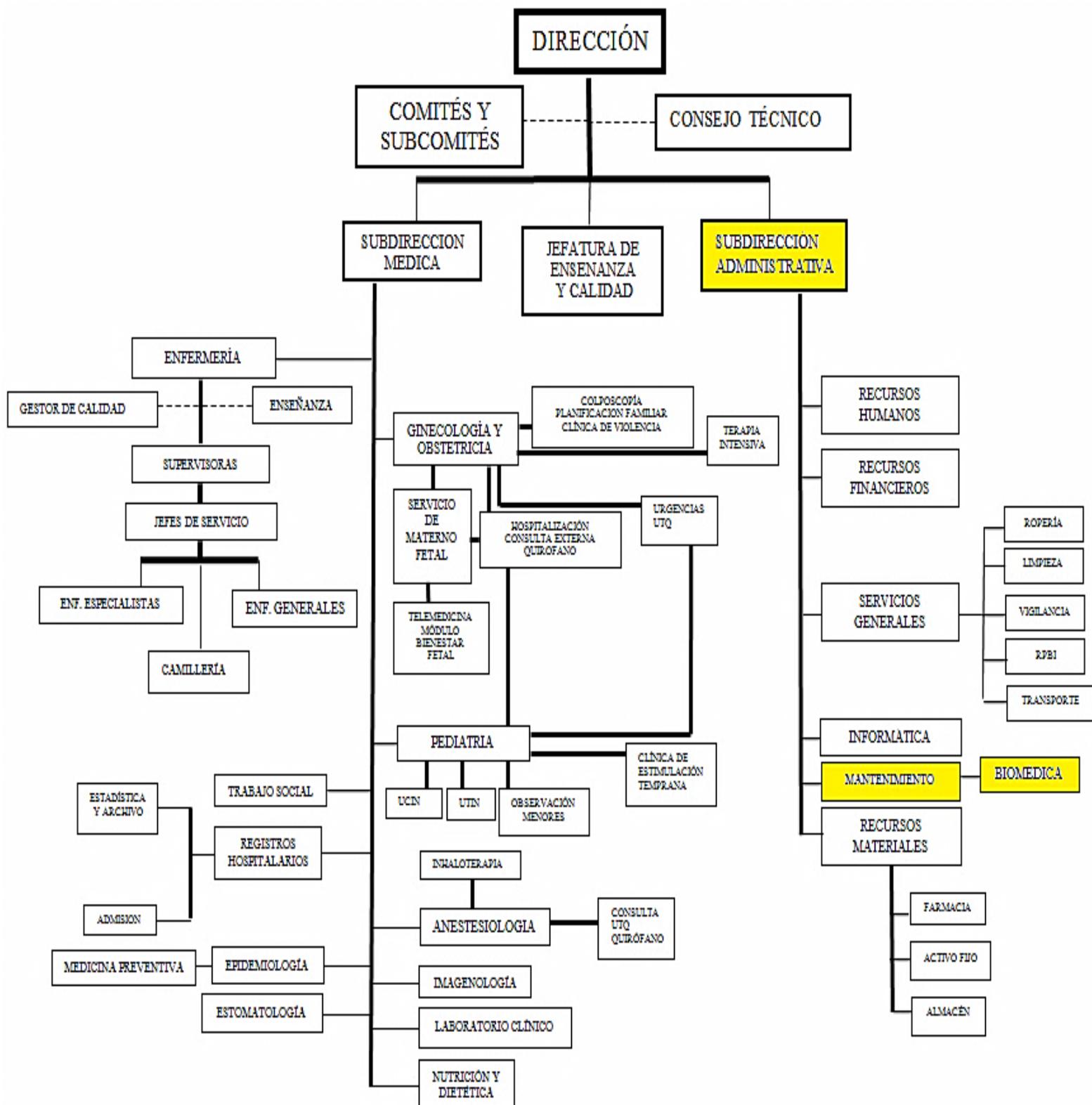
2.5. MISIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

Mantener en óptimas condiciones todo el equipo médico disponible, aplicando rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como formar recursos humanos capacitados para resolver problemas técnicos inherentes a la misma.

2.6. VISIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

Ser un centro de desarrollo de investigación y crecimiento tecnológico dentro del Instituto y ser reconocido como un área coadyuvante para la atención segura y efectiva de los pacientes proporcionando un servicio de soluciones de alta calidad.

2.7. ORGANIGRAMA



2.8. FUNCIONES DEL PUESTO DE TRABAJO.

De acuerdo a las necesidades del hospital y del manual de procedimientos internos del Departamento de Ingeniería Biomédica se asignan las siguientes funciones al puesto:

- Este servicio se encarga de que el hospital cuente con equipos médicos funcionales y adecuadas instalaciones para los mismos, así como, de efectuar las acciones de mantenimiento en los sistemas complementarios o referirlos al área de mantenimiento si a éste le compete.
- Realizar rutinas de evaluación a los equipos en las diferentes áreas siguiendo el cronograma de actividades.
- El personal de Ingeniería Biomédica será quien lleve a cabo y/o coordinará el mantenimiento del equipo médico.
- El personal de Ingeniería Biomédica llevará a cabo y/o coordinará con el proveedor las capacitaciones necesarias con el fin de reducir riesgos para el usuario-equipa-paciente.
- Los consumibles y accesorios que deban ser remplazados, serán sustituidos por el área de Ingeniería Biomédica.
- Se llenará la orden de servicio por el área de Ingeniería Biomédica escribiendo la clasificación de la falla y el servicio que se otorgó para llevar un mejor control del equipo y fines de calidad.
- El área de Ingeniería Biomédica será quien lleve a cabo la coordinación de los proveedores para aquellos equipos que cuentan con garantía y estos darán el mantenimiento correspondiente, así como, el cambio de piezas dañadas que se encuentren dentro de la garantía.
- El área de Ingeniería Biomédica será quien realice las cotizaciones de accesorios y consumibles que así lo requieran, para no poner en riesgo el rendimiento del equipo.
- El área de Ingeniería Biomédica entregará reportes y avances del servicio mensuales a la subdirección administrativa cuando estos se requieran.
- Se colaborará con el resto de las jefaturas para un adecuado funcionamiento y coordinación institucional.
- Cumplir con lo establecido en los manuales de procedimientos del área así como también con lo establecido en el manual de servicio de Ingeniería Biomédica oficial del ISEM y en los lineamientos establecidos por el Instituto.

3. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

A lo largo de este trabajo se presentará el desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo; centrado en establecer un criterio de prioridad y confiabilidad del equipo médico para un hospital de especialidad, considerando que no existe antecedente directo del Servicio de Ingeniería Biomédica, puesto que es un hospital de reciente inauguración.

Definimos la unidad hospitalaria como el conjunto de elementos humanos, materiales, y tecnológicos; organizados adecuadamente para proporcionar asistencia médica, preventiva, curativa y rehabilitación; a una población definida, en las condiciones de máxima eficiencia y de óptima rentabilidad económica. (Real Academia Española, 2001)

Actualmente la tecnología juega un papel fundamental en la operación de los servicios de salud, como consecuencia inmediata del progreso científico y tecnológico que ha transformado la relación médico-paciente a la terna médico-paciente-equipo de diagnóstico o tratamiento. La inclusión de este último elemento tiene su auge en la incorporación de tecnología basada en la mecánica y electrónica. Por tanto la relevancia del mantenimiento hospitalario es fundamental en la operación de los sistemas de salud.

Se define el concepto de mantenimiento como: “El conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible buscando las más alta disponibilidad con el máximo rendimiento”. (Santiago, 2003)

Tomando en cuenta que las necesidades tecnológicas han transformado los servicios de salud, es indispensable, establecer dentro de la unidad hospitalaria un programa de mantenimiento correctivo y preventivo con el objetivo de mantener en óptimas condiciones la operación de cada uno de los sistemas de diagnóstico y tratamiento médico. Además de responder a los estándares lineamientos leyes y normas aplicables a cada institución. En el caso de este proyecto se mencionan las principales normas aplicables a esta labor

- Norma Oficial Mexicana NOM-197-SSA1-2000. Que establece los requisitos mínimos de infraestructura equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.
- Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002. Salud Ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiología en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.
- Norma Oficial Mexicana NOM-241-SSA1-2012. Buenas prácticas de fabricación para establecimientos dedicados a la fabricación de dispositivos médicos.

- NORMA Oficial Mexicana NOM-240-SSA1-2012, Instalación y operación de la tecnovigilancia.

Sin embargo, se requiere una revisión constante y a fondo de toda la normatividad aplicable a los servicios de salud y las entidades involucradas; debido a los factores interdisciplinarios que intervienen en cada proceso del sistema de salud.

El Hospital Materno Infantil Vicente Ramón Guerrero Saldaña cuenta con una extensión de 15,000m² y 60 camas censables, destinado a la atención de la población abierta materno-infantil y beneficiaria del Seguro Popular de la zona; que alcanza una cifra de 419,000 habitantes de los municipios de Chimalhuacán, Chicoloapan y Texcoco.

Dentro de la unidad hospitalaria se definen 12 zonas funcionales competentes al servicio de Ingeniería Biomédica, las cuales son:

- Unidad de Urgencias
- Unidad de Observación Menores.
- Unidad Tocoquirúrgica.
- Unidad Quirúrgica.
- Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN).
- Unidad de Cuidados Intensivos Adultos (UCIA).
- Área de Hospitalización Pediátrica.
- Área de Hospitalización Ginecológica.
- Laboratorio Clínico.
- Banco de sangre.
- Centro de esterilización y envase (CEyE).
- Imagenología.

En el conjunto de estas 12 áreas se consideran para atender 340 equipos médicos referentes a servicio directo de Ingeniería Biomédica, además, se cuenta con un sistema de química clínica integrada y un analizador automático de coagulación pertenecientes al Laboratorio Clínico; y un sistema de archivo y comunicación de imágenes digitales (PACS) en el área de Imagenología; el manejo de estos equipos no se considera dentro del desarrollo del programa de mantenimiento, puesto que se encuentra en la condición de contrato de comodato para el hospital, siendo las empresas contratadas las responsables de la operación y mantenimiento de los mismos .

Los equipos médicos conformados en la lista de trabajo del Departamento de Ingeniería Biomédica se encuentran distribuidos a partir de las necesidades particulares de cada área, así

como, a las normas establecidas en la certificación de lactancia materna: Hospital Amigo del Niño y la Niña (Organización Mundial de la Salud, 2009).

El objetivo principal de este trabajo se centra en establecer un plan de mantenimiento a partir de 4 aspectos fundamentales sobre gestión del mantenimiento hospitalario; de tal forma, que garantice la programación, control y seguimiento de cada uno de las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo los equipos médicos.



ILUSTRACIÓN 1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

En los siguientes capítulos se tratar de manera puntual el objetivo, desarrollo e implementación de cada una de las distintas etapas a considerar dentro del programa.

4. INFORMACIÓN TÉCNICA DE MANTENIMIENTO.

Las necesidades propias del mantenimiento de cada equipo son variadas, de igual forma, los requerimientos y consumibles necesarios para la operación de cada uno son específicos; debido a esto, se proponen los siguientes objetivos particulares de esta etapa.

4.1. RECOPIACIÓN Y CATALOGACIÓN DE MANUALES DE SERVICIO Y OPERACIÓN.

El Hospital Materno Infantil cuenta con un total de 360 equipos los cuales fueron adquiridos mediante la licitación pública LP11 02 y LP11 01 para el equipamiento de 10 unidades de salud. Cada equipo se entregó e instaló por parte de los proveedores adjudicados a la licitación.

Con el objetivo primordial de obtener una primera recopilación información técnica de cada equipo médico y disponer de manuales de referencia, así como de números de parte en refacciones y procedimientos de mantenimiento realicé las siguientes acciones:

- **Recopilación de manuales de operación y técnicos del equipo:** Realicé el levantamiento y resguardo de cada uno de los manuales dentro de la oficina de Ingeniería Biomédica.
- **Catalogación de los manuales:** Con la intención de obtener datos de cada documento para la obtención de un registro bibliográfico. De acuerdo a los siguientes rubros equipo, modelo, marca, tipo de manual, medio impreso o electrónico.
- **Generación del inventario de manuales de operación y técnicos:** Realicé el registro de cada uno de los manuales de operación en medios electrónicos, asignando una etiqueta de identificación para cada documento.
- **Orden y almacenamiento:** Realicé el colocación en la estantería de izquierda a derecha y de abajo-arriba en orden alfabético y numérico.
- **Registro en electrónico:** Asigné claves de acceso rápido para cada uno de los documentos.

De esta forma lleve a cabo el levantamiento de los 907 documentos correspondientes a los manuales de servicio, operación, actualizaciones de software y documentos técnicos; para su

posterior revisión a detalle y establecimiento de los requerimientos de mantenimiento, así como, la generación de un listado de consumibles.

Registro	Equipo	Modelo	Marca	Titulo	Formato
HVG/BIO-M/363	RAYOS X	RX 6000	GENERAL ELECTRIC	GUIAS RAPIDAS	IMPRESO
HVG/BIO-M/364	RAYOS X	RX 6000	GENERAL ELECTRIC	GUIAS RAPIDAS	IMPRESO
HVG/BIO-M/365	RAYOS X	RX 6000	GENERAL ELECTRIC	MANUAL DE OPERADOR REVISION 1	IMPRESO
HVG/BIO-M/366	RAYOS X	RX 6000	GENERAL ELECTRIC	MANUAL DE OPERADOR REVISION 3	IMPRESO
HVG/BIO-M/367	RAYOS X	RX 6000	GENERAL ELECTRIC	MANUAL DE OPERADOR REVISION 6	IMPRESO
HVG/BIO-M/368	RAYOS X	RX 6000	GENERAL ELECTRIC	PRE-INSTALLATION	IMPRESO
HVG/BIO-M/369	RAYOS X	RX 6000	GENERAL ELECTRIC	QUICK START	IMPRESO
HVG/BIO-M/370	RAYOS X	RX 6000	GENERAL ELECTRIC	SERVICE MANUAL	IMPRESO
HVG/BIO-M/371	RAYOS X	RX 6000	GENERAL ELECTRIC	MANUAL COLLIMATOR USER MANUAL	IMPRESO
HVG/BIO-M/372	RAYOS X PORTATIL	2169363	GENERAL ELECTRIC	MOBILE RAD APPLICATIONS	VHS
HVG/BIO-M/373	RAYOS X PORTATIL	2169362	GENERAL ELECTRIC	OPERATOR MANUALS	CD
HVG/BIO-M/374	RAYOS X PORTATIL	2169361	GENERAL ELECTRIC	SERVICE DOCUMENTATION	CD
HVG/BIO-M/375	RAYOS X PORTATIL	2169364	TOSHIBA	TECHNICAL DATA ROTATION ANODE X-RAY TUBE ASSEMBLY	IMPRESO
HVG/BIO-M/376	RAYOS X PORTATIL	2169360	GENERAL ELECTRIC	TECHNICAL PUBLICATION	IMPRESO
HVG/BIO-M/377	RAYOS X PORTATIL	2169364	GENERAL ELECTRIC	TECHNICAL PUBLICATION INSTALLATION	IMPRESO
HVG/BIO-M/378	RAYOS X PORTATIL	SMART ON LINE	TRIPPLITE	OWNER'S MANUAL	IMPRESO
HVG/BIO-M/379	RAYOS X PORTATIL	SMART ON LINE	TRIPPLITE	SOFTWARE	CD

ILUSTRACIÓN 2 CATALOGO EN ELECTRÓNICO DE MANUALES.

4.2. ESTABLECIMIENTO DEL ALMACÉN DE CONSUMIBLES.

Asociado a cada equipo se entregó por parte del proveedor, accesorios de operación y consumibles de arranque; para garantizar la operación del equipo médico a los largo de dos años, esto de acuerdo a la licitación pública LB11-01 y LB11-02. Dada la cantidad de consumibles y accesorios fue necesario establecer un inventario de acuerdo a las siguientes acciones:

- **Recopilación de consumibles:** Realicé el levantamiento y resguardo de cada uno de los consumibles y accesorios dentro de la oficina de Ingeniería Biomédica.
- **Generación del inventario de consumibles:** Generé el registro de cada uno de los consumibles de operación en medios electrónicos, asignando una etiqueta de identificación para elemento.
- **Orden y almacenamiento:** Coloqué en la estantería de izquierda a derecha y de abajo-arriba en orden alfabético y dejando al inicio de cada categoría aquellos con fecha de caducidad más próxima, de acuerdo a cada equipo médico
- **Registro y control de salidas:** Implementé el registro en electrónico de cada uno de los consumibles organizados por orden alfabético a partir del nombre del equipo.

INVENTARIO DE INGENIERIA BIOMÉDICA

CLAVE	DESCRIPCION	FECHA	STOCK INICIAL	ENTRADAS EXTRA							SALIDAS	FECHA	USUARIO	STOCK AL DIA	
				1	2	3	4	5	6	7					
	PAPEL DE ELECTROCARDIOGRAFO MARCA SCHILLER AG MODELO CARDIOVIT AT-2PLUS	04/11/2011	40									5	02/09/2011	URGENCIAS	35
												2	03/09/2011	TOCOCRUGA	33
												0			33
												0			33
												0			33
												0			33
												0			33
												0			33
TOTAL			40	TOTAL							7	TOTAL		33	
CLAVE	DESCRIPCION	FECHA	STOCK INICIAL	ENTRADAS EXTRA							SALIDAS	FECHA	USUARIO	STOCK AL DIA	
69	BOLSA DE ELECTRODO NEONATAL PAQUETE CON 50	01/09/2011	109	6	2	9	2	6	2	3	1	2	02/09/2011	UCIN	111
												2	03/09/2011	UCIN	106
												3	05/09/2011	UCIN	106
												2	09/09/2011	UCIN	104
					3							3	14/09/2011	UCIN	101
												3	16/09/2011	UCIN	108
												6	19/09/2011	UCIN	122
												3	27/09/2011	UCIN	119
TOTAL			109	TOTAL							24	TOTAL		119	
CLAVE	DESCRIPCION	FECHA	STOCK INICIAL	ENTRADAS EXTRA							SALIDAS	FECHA	USUARIO	STOCK AL DIA	
	PARCHES PARA ELECTROCARDIOGRAFO MARCA SCHILLER AG MODELO CARDIOVIT AT-2PLUS PAQUETE CON 100		21												21
															21
															21
															21
															21
															21
															21
															21
TOTAL			21	TOTAL							0	TOTAL		21	

ILUSTRACIÓN 3 CONTROL DE INVENTARIO.

- Los puntos de reorden se generan estableciendo un consumo mínimo semanal, a partir del stock de arranque considerando un modelo basado en la demanda, quedando de la siguiente forma (Mora Garcia, 2016):

$$\text{Punto de reorden} = \text{Semana de reorden} * \text{Consumo semanal}$$

Semana de reorden: Se considera la cantidad de tiempo que tarda el almacén en realizar la compra y abasto del consumible

Consumo general: Calculado a partir del consumo promedio de las primeras semanas de operación del servicio.

Tomando estos puntos en cuenta se considera el siguiente modelo de reorden:

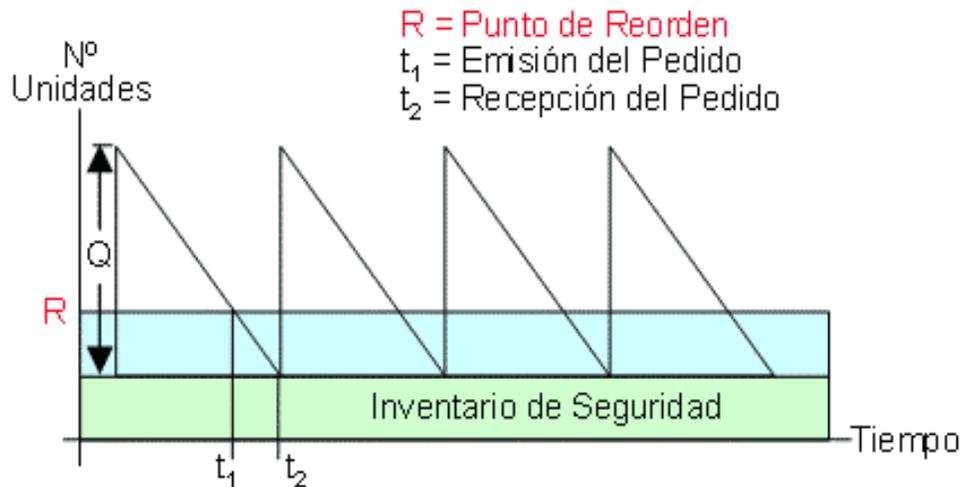


ILUSTRACIÓN 6 PUNTOS DE REORDEN.

4.4. GENERACIÓN DE NECESIDADES DE HERRAMIENTA.

Con base en la revisión realizada a los manuales de servicio se determinaron las herramientas necesarias para poner el marcha el servicio mismas que fueron solicitadas a la administración de hospital mediante requisición de compra. El listado de herramientas mínimas indispensables se presenta en la siguiente tabla.

Lista de Herramientas para el Departamento de Ingenieria y Mantenimiento		
Nombre de Herramienta	Cantidad	Clave
Tornillo de banco 4"	1	HMIVGM00001
Taladro 1"	1	HMIVGM00002
Pinzas de corte	6	HMIVGM00003
Pinzas de mecánico	6	HMIVGM00004
Pinzas de presión	6	HMIVGM00005
Pinzas de punta	6	HMIVGM00006
Pinzas de electricista	6	HMIVGM00007
Llave tipo Perico 8"	3	HMIVGM00008
Llave tipo Perico 10"	3	HMIVGM00009
Llave Stilson 10"	2	HMIVGM00010
Llave Stilson 12"	2	HMIVGM00011
Multimetro de gancho 200Amp	2	HMIVGM00012
Extension de cable 10 m	6	HMIVGM00013
Sopladora de 120v	1	HMIVGM00014
Martillo	2	HMIVGM00015
Simulador de paciente Multi-pa	3	HMIVGM00016
Juego de llaves de estrias	3	HMIVGM00017
Juego de llaves españolas	7	HMIVGM00018
Juego de llaves inglesas	7	HMIVGM00019
Juego de llaves Allen std	7	HMIVGM00020
Juego de llaves Allen fina	7	HMIVGM00021
Juego Auto cleer de 1/2"	4	HMIVGM00022
Juego Auto cleer de 1"	4	HMIVGM00023
Esmeril de banco 6" 1Hp	1	HMIVGM00024
Caja de herramienta	3	HMIVGM00025
Torquimetro	2	HMIVGM00026
Tijeras para corte de lamina	2	HMIVGM00027
Destornillador electrico	3	HMIVGM00028
Juego de desarmadores	8	HMIVGM00029
Torquimetro	2	HMIVGM00030
Destornillador electrico	3	HMIVGM00031
Juego de desarmadores	8	HMIVGM00032
Cautin de lapiz	2	HMIVGM00033
Cautin de pistola	2	HMIVGM00034
Arco para segueta	4	HMIVGM00035
Segueta fina	1 (paquete)	HMIVGM00036
Probador de corriente	8	HMIVGM00037
Escalera aluminio c/extension II	1	HMIVGM00038
Flexometro	5	HMIVGM00039
Brocas concreto, metal y madera 1/2"	2 (juegos)	HMIVGM00040

TABLA 1 LISTADO DE HERRAMIENTAS

5. SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

5.1. OBJETIVOS PARTICULARES.

El concepto de sistema de mantenimiento, exige estandarizar los pasos y procedimientos para llevar a cabo las tareas operativas y administrativas, relacionadas con la conservación y mantenimiento de la infraestructura y los equipos de un establecimiento de salud. (BSI, 2008) De tal forma que es necesario implementar los objetivos pertinentes para establecer un sistema estándar.

5.2. ORGANIZACIÓN DEL CALENDARIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A partir de la recopilación de información técnica de cada uno de los manuales de operación y servicio, establecí un plan para calendarizar todos los equipos médicos de la unidad a partir de la implementación de un índice de prioridad de mantenimiento. Este índice calcula la urgencia de realizar una revisión a partir de parámetros de control establecidos y de una ponderación asignada a cada parámetro.

La programación de mantenimiento preventivo del equipo médico se realizó clasificando los equipos de acuerdo a su nivel de riesgo considerando los siguientes rubros (Malagón-Londoño, 2008):

- **Función del equipo (E):** El papel del equipo en el cuidado del paciente.
- **Aplicación clínica(A):** Considera los resultados sobre el paciente o el operario ante una falla del equipo; el riesgo físico asociado con la aplicación clínica.
- **Requisitos de mantenimiento (P):** Considera si el mantenimiento del equipo se llevara a cabo de una manera extensiva, promedio, o si es mínimo.

Los valores numéricos asociados a cada uno de esos rubros se resumen en las tablas siguientes:

Función del equipo	Rango numérico. E
Equipos de apoyo a la vida	9
Equipos e instrumentos para la cirugía y terapias intensivas	9
Equipos para el tratamiento y la fisioterapia	8
Equipos para el monitoreo de variables fisiológicas	6
Análisis de laboratorio	5
Accesorios de laboratorio	4
Computadoras y equipos asociados	3
Otros equipos relacionados con el paciente	2

TABLA 2 PONDERACIÓN POR FUNCIÓN DEL EQUIPO.

Aplicación Clínica	Rango numérico A
Puede producir la muerte del paciente	5
Puede producir daño al paciente o al operador	4
Terapia inapropiada o falso diagnóstico	3
Riesgo mínimo	2
Sin riesgo significativo	1

TABLA 3 CLASIFICACIÓN POR APLICACIÓN CLÍNICA.

Requerimientos de mantenimiento	Rango Numérico M
Extensivos	5
Promedio	3
Mínimo	1

TABLA 4 CLASIFICACIÓN POR REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.

El índice de prioridad de mantenimiento de cálculo de la siguiente forma:

$$Pi = E + A + M$$

A partir de este cálculo un índice de por encima de 15 nos denota un equipo de alto riesgo, con el que se debe tener especial cuidado en la programación y ejecución de los mantenimientos preventivos.

Una vez determinado el índice de prioridad de mantenimiento, se generó un nuevo índice, denominado índice de mantenimiento e inspecciones (IPM). Este índice permite determinar y programar la ejecución de las rutinas de mantenimiento de acuerdo a tiempo transcurrido desde su última ejecución, los plazos de mantenimiento recomendados por el proveedor y el índice de prioridad de mantenimiento.

$$IPM = Pi * \frac{t}{T}$$

Dónde:

Pi: Es el índice de prioridad de mantenimiento.

t: Es el tiempo transcurrido desde el ultimo mantenimiento en meses.

T: Tiempo entre mantenimientos preventivos el cual es dado por el fabricante o proveedor del equipo para el caso en cuestión se tomó como referencia un plazo de 6 meses.

Todo equipo con un índice de mantenimiento de por debajo de 17 denota la urgencia de realizar las labores de mantenimiento preventivo de manera inmediata para poder garantizar la operación del equipo en óptimas condiciones.

Este índice se calculó de partir de la base de datos e inventario de los equipos médicos en el hospital.

Marca.	Modelo.	No. Inventario.	No. De serie.	CUENTA CON GARANTIA		FECHA DE PUESTA EN MARCHA	Está Operando	E	A	M	Pi	Meses del ultimo mantenimiento	Índice de mantenimiento preventivo	FECHA SUGERIDA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO
				SI	NO									
THERMO FISHER SCIENTIFIC	M48725	C1862101031761	2E 189 6062 2011		*	ago-11	SI	5	3	1	9	2	27	programable
HELMER	HELMER	999584	2E 734 6062 2011		*	ago-11	SI	5	3	1	9	2	27	programable
FINE PCR	SH30	9091124	2E 115 6062 2012		*	ago-11	SI	5	1	1	7	2	21	programable
SCIENTIFIC INDUSTRIES	G560	2-418910	2E 189 6062 2011		*	ago-11	SI	5	1	1	7	2	21	programable
IKA	MS3 BASIC	3.320245	2E 116 6062 2011		*	ago-11	SI	5	1	1	7	2	21	programable
MEDICA D	TANDEM 4	9101107	2E 118 6062 2011	*		ene-12	SI	8	4	3	15	10	9	Inmediata
MEDICA D	TANDEM 4	90101113	2E 1187 6062 2011	*		ene-12	SI	8	4	3	15	10	9	Inmediata
MEDICA D	TANDEM4	90101108	2E 1176 6062 2011	*		ene-12	SI	8	4	3	15	10	9	Inmediata
TUTTNAUER	2540M	2811242	2E 118 6062 2012	*		may-12	SI	9	4	5	18	2	54	programable
MATACHANA	1000s	E-25712	2E 1030 6062 2011		*	jul-11	SI	9	4	5	18	12	9	Inmediata
MATACHANA	500s	E-26130	SIN NUMERO		*	may-12	SI	9	4	5	18	12	9	Inmediata
<u>STERIS</u>	AMSCO CENTURY	32510924	2E 5467 6062 2011	*	*	jul-11	SI	9	4	5	18	2	54	programable

ILUSTRACIÓN 7 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE PRIORIDAD DE MANTENIMIENTO.

5.3. ASIGNACIÓN DE EQUIPOS Y FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN ÁREAS HOSPITALARIAS.

La asignación de equipos se realizó de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-197-SSA1-2000, que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada. Con base en la NOM197 se asignaron por área cada uno de los equipos, a cada área se le asignó una carpeta de mantenimiento preventivo correctivo para el seguimiento y control de los servicios a través del formato ficha técnica.

El llenado del formato ficha técnica se realiza a través de los datos obtenidos de cada equipo, las fechas de mantenimiento preventivo se llenan a partir del calendario establecido basado en el índice de prioridad de mantenimiento. El llenado y uso de la sección de mantenimiento preventivo y correctivo se realiza a partir de la identificación de cada uno de los procesos, los cuales se definen en páginas siguientes.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

HOSPITAL MATERNO INFANTIL
"VICENTE GUERRERO"



FICHA TÉCNICA

EQUIPO		MARCA		PERIODO
MODELO		FABRICANTE		
SERIE		No. INVENTARIO		

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
FECHA											
DESCRIPCION		DESCRIPCION		DESCRIPCION		DESCRIPCION		DESCRIPCION		DESCRIPCION	
REALIZO		REALIZO		REALIZO		REALIZO		REALIZO		REALIZO	

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

FECHA DE REPORTE	DESCRIPCION DE FALLA	TECNICO DEL HOSPITAL <input type="checkbox"/>	EMPRESA PARTICULAR <input type="checkbox"/>	PROVEEDOR <input type="checkbox"/>	TIEMPO ESTIMADO	SOLUCION	ESTADO DEL EQUIPO	FECHA DE TERMINACIÓN

AUTORIZO	REVISO	SUPERVISO
C. P. GERARDO OLMEDO FLORES	ING. A. ERICK MIRANDA LEON	
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE

ILUSTRACIÓN 8 FICHA TÉCNICA

5.4. IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se define como el proceso continuo de supervisión y revisión de parámetros funcionales a los equipos médicos que se otorga en fechas específicas y señaladas aplicando la continuidad de resultados y operatividad del hospital. (CENETEC-SALUD, 2013)

5.5. LIBRETO O GUIÓN DEL PROCEDIMIENTO.

Se enumeran en orden cada uno de las tareas a seguir dentro del procedimiento de mantenimiento preventivo.

1. Jefe de Ingeniería Biomédica revisa el calendario de mantenimiento preventivo.
2. Jefe de Ingeniería Biomédica detecta el equipo a realizar y el área donde se encuentra.
3. Personal de Ingeniería Biomédica revisa la rutina del equipo.
4. Personal de Ingeniería Biomédica prepara todo el material necesario para llevar a cabo el servicio.
5. Si es conveniente se retira el equipo del área para realizar el servicio, si no, se realiza dentro del área cuidando las normas asépticas de cada servicio.
6. Se desarrolla el servicio de acuerdo al protocolo establecido en el formato de mantenimiento preventivo.
7. Terminada la rutina, se realizan pruebas funcionales al equipo.
8. Llenar orden de trabajo con la rutina realizada con cualquier observación.
9. Firmar la realización del protocolo de mantenimiento en la bitácora de área.
10. Si el trabajo se realizó en el taller limpie el área de trabajo, si se realizó en el área operativa del equipo cerciórese de dejar limpio el lugar.
11. Presente el equipo ante el jefe de servicio, o personal operario.
12. Realice pruebas funcionales frente al jefe de servicio o personal operario.
13. Solicitar la firma del jefe de servicio como aceptación del trabajo realizado y entrega copia.
14. Jefe de Ingeniería Biomédica archiva la orden de servicio.
15. Jefe de Ingeniería Biomédica actualiza las requisiciones de compra.

5.6. DIAGRAMA DE FLUJO.

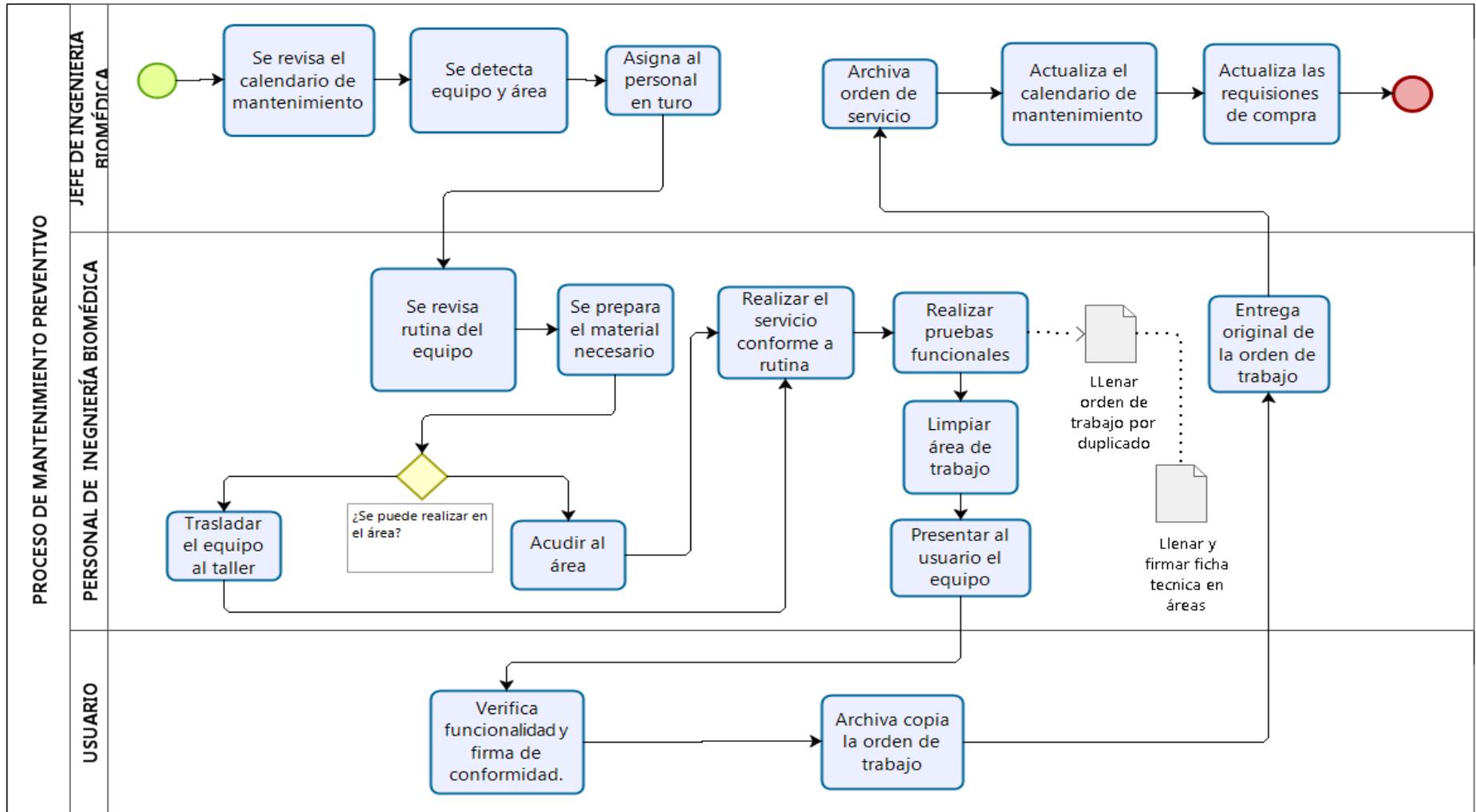


ILUSTRACIÓN 9 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

6. SISTEMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

6.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO.

El mantenimiento correctivo consta de todos aquellos trabajos que se ejecutan para reparar daños que no están incluidos dentro de la programación anual de mantenimiento, es decir, son fallas imprevistas en los equipos. Es el caso de la falla declarada que requiere inmediata solución para la continuidad operativa de un equipo por esta razón también se le conoce como “mantenimiento por avería” (CENETEC-SALUD, 2013).

El proceso de mantenimiento correctivo obedece a una situación problemática que interfiere con la operación adecuada del equipo, realización de diagnóstico, monitoreo, o incluso la pone en riesgo la integridad del operario, o paciente, por tanto, es prioridad del Departamento la atención inmediata de cada reporte generado al servicio.

6.2. ORDEN DE TRABAJO.

El formato de orden de trabajo o servicio será el instrumento necesario para la asignación, respuesta, control y verificación de cualquier servicio de reparación realizado por el Departamento de Ingeniería Biomédica. El proceso de una solicitud de servicio y la corrección de la falla deberán ser respaldados por el correcto llenado del formato orden de servicio.

Equipo _____	Fecha de reporte _____
Marca _____	Hora de reporte _____
Modelo _____	Reporta _____
No. Serie _____	Area _____
No. de inventario _____	Recibe reporte _____

Falla reportada _____

Descripción del servicio _____

Refacciones _____

Fecha de entrega _____

Realizado por		Clasificación del reporte		Clasificación del servicio	
Biomédica	Externo				
Fecha de asignación	Compañía	Falla de equipo	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento correctivo	<input type="checkbox"/>
Asignado a:	Nombre	Falla menor	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento preventivo	<input type="checkbox"/>
Firma	Firma	Asesoria	<input type="checkbox"/>	Asesoria/capacitación	<input type="checkbox"/>
		Instalación	<input type="checkbox"/>	Revisión	<input type="checkbox"/>
		Préstamo de equipo	<input type="checkbox"/>	Instalación	<input type="checkbox"/>
		Otro _____		Control de inventario	<input type="checkbox"/>
				Entrega de equipo	<input type="checkbox"/>
				Otro	<input type="checkbox"/>

Materiales		Equipos de prueba		Gases		Herramienta	
Solventes	<input type="checkbox"/>	Electrica	<input type="checkbox"/>	Oxígeno	<input type="checkbox"/>	General	<input type="checkbox"/>
Adhesivos	<input type="checkbox"/>	ECG	<input type="checkbox"/>	Vacio	<input type="checkbox"/>	Específica	<input type="checkbox"/>
De limpieza	<input type="checkbox"/>	Presión	<input type="checkbox"/>	Aire	<input type="checkbox"/>	Precisión	<input type="checkbox"/>
Lubricantes	<input type="checkbox"/>	Temperatura	<input type="checkbox"/>	Nitrógeno	<input type="checkbox"/>	Eléctrica	<input type="checkbox"/>
		Respiración	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	Otra	<input type="checkbox"/>

Tiempo invertido en el servicio	_____
Hora del Ingeniero. -	_____
Costo Refacciones Total.	_____
Costo Servicio Externo.	_____
Total.	_____

Recibe de conformidad (nombre y firma) _____ Fecha _____

Comentarios: _____

ILUSTRACIÓN 10 ORDEN DE TRABAJO O SERVICIO.

El llenado de este formato está a cargo del personal operario que recibe el reporte cumpliendo dos funciones:

1. **Solicitud de servicio:** El Usuario del equipo será el encargado de proporcionar los datos necesarios para la generación del servicio.
2. **Orden de trabajo:** Una vez llena la solicitud de servicio, cumple con el propósito de dejar sentado las acciones emprendidas para la reparación de la falla, o en su defecto los insumos necesarios para corregir la falla en caso de que no se pueda reparar al momento.

6.3. LIBRETO O GUION DEL PROCEDIMIENTO.

Se enumeran en orden cada uno de los procesos a seguir dentro del procedimiento de mantenimiento preventivo.

1. El usuario detecta la falla a reportar y se comunica a la extensión| de Ingeniería Biomédica.
2. Se solicita al usuario describa la falla, es importante conocer el contexto, y valorar si es que se encuentra en riesgo inmediato la seguridad del paciente o el operario.
3. Se registran los datos en la orden de servicio anotando nombre de quien reporta, número de serie del equipo, y área.
4. Se le asigna un número de orden de trabajo y hora de reporte y se le informa al usuario.
5. Se asigna el trabajo al personal en turno.
6. Se prepara todo el material necesario para llevar a cabo el servicio, así como las posibles refacciones a utilizar.
7. Si es conveniente se retira el equipo del área para realizar el servicio, en caso contrario, se realiza dentro del área cuidando las normas asépticas de cada servicio.
8. Se desarrolla el diagnóstico de la falla y se procede a realizar el servicio.

9. Terminada la rutina, se realizan pruebas funcionales al equipo frente al usuario en caso de poder corregir la falla en caso de no poderse corregir se etiqueta el equipo como fuera de servicio y se le notifica al jefe inmediato y al personal.
10. Si el trabajo se realizó en el taller limpie el área de trabajo, si se realizó en el área operativa del equipo cerciórese de dejar limpio el lugar.
11. Anotar todos los datos en la orden de todas las acciones realizadas herramientas y refacciones estas últimas con número de serie o de parte de contar con los datos.
12. Solicitar la firma del jefe de servicio en la orden de servicio como aceptación del trabajo realizado.
13. Firmar la realización del protocolo de mantenimiento en la bitácora de área.
14. Jefe de Ingeniería Biomédica archiva la orden de servicio.

6.4. DIAGRAMA DE FLUJO.

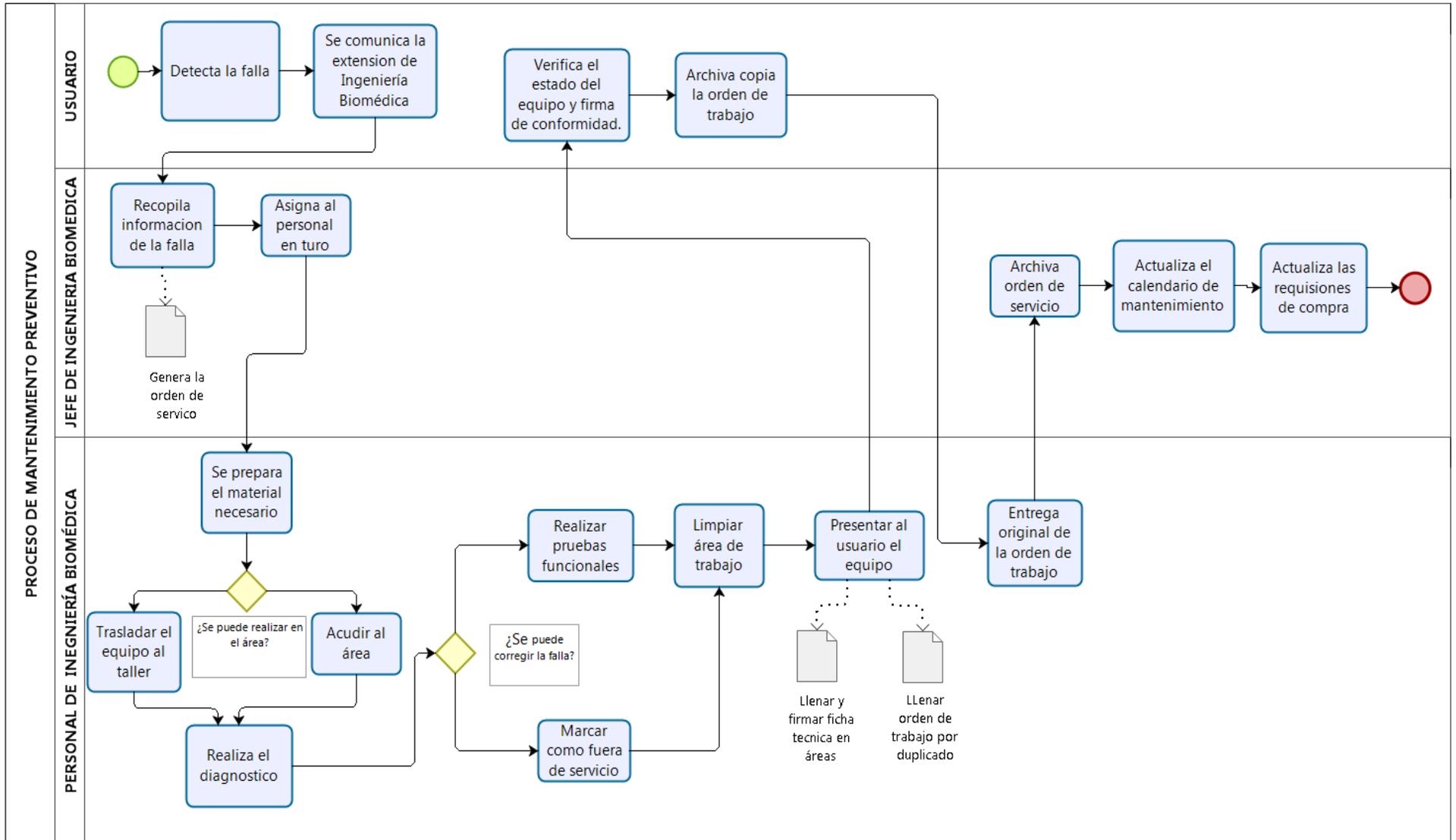


ILUSTRACIÓN 11 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

7. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

La gestión del mantenimiento se define como: el conjunto de procedimientos llevados a cabo para valorar, adquirir, instalar, utilizar y mantener las tecnologías biomédicas a fin de garantizar sus características para la prestación de los servicios médicos sea con la máxima calidad y seguridad. (Malagón-Londoño, 2008). Por tanto es indispensable establecer los criterios de registro y control así como establecer mediante procedimientos bien definidos y estandarizados la realización de cada rutina de mantenimiento preventivo.

7.1. CALENDARIO POR ÁREAS.

Realice el calendario por áreas de forma electrónica de acuerdo a la distribución de equipos considerando las condiciones de operación de cada área, y con base en la NOM-197-SSA1-2000, la actualización semanal de este archivo permite determinar el progreso en la ejecución del plan de mantenimiento preventivo, así como llevar un registro de correctivos por área, de igual forma tiene como objetivo generar un historial de fallas por equipo, que permita evaluar la incidencia en una falla, y prevenir su aparición; se introdujo un espacio para marcar equipos fuera de servicio. El control de los equipos se lleva a partir del número de serie debido a que los números de inventario no se establecen de forma inmediata, ya que, dependen del proceso interno del ISEM y la asignación de ellos obedece tiempos distintos a los necesarios para el control.

Hospital Materno Infantil "Vicente Ramon Guerrero Saldaña Chimalhuacan"
 Calendario de Mantenimiento a Equipo Médico "Ginecología" 2017

Descripción del Equipo	Marca	Modelo	No. Serie	No. Inventario		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
MONITOR DE SIGNOS VITALES BASICOS	MEDICA D	VITACARE	2010400118	27	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BASCULA CON ESTADIMETRO y PEDESTAL	SECA	700	5700253090500	47	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BASCULA CON ESTADIMETRO y PEDESTAL	SECA	700	5700258091143	56	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CARRO ROJO CON DESFIBRILADOR	ZOLL	M SERIES	T11D124626	122	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ELECTROCARDIOGRAFO	SCHILLER	AT-2 PLUS	25.13497	133	corr	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ELECTROCARDIOGRAFO	SCHILLER	AT-2 PLUS	25.13499	134	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ELECTROCARDIOGRAFO	SCHILLER	AT-2 PLUS	25.13501	135	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
FONODETECTOR DE LATIDOS FETALES	PRO LIFE	DOOPLER	NO ENCONTRADO	745	corr	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BASCULA CON ESTADIMETRO y PEDESTAL	SECA	354	5700294094040	1039	corr	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BASCULA CON ESTADIMETRO y PEDESTAL	SECA	700	5000296094324	1040	corr	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ASPIRADOR DE SUCCION CONTINUA Y REGULABLE	MEDICA D	TANDEM4	90100943	1177	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ASPIRADOR DE SUCCION CONTINUA Y REGULABLE	MEDICA D	TANDEM 4	90100920	1181	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ASPIRADOR DE SUCCION CONTINUA Y REGULABLE	MEDICA D	TANDEM 4	90101194	1182	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ASPIRADOR DE SUCCION CONTINUA Y REGULABLE	MEDICA D	TANDEM 4	901010956	1184	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
MONITOR DE SIGNOS VITALES BASICOS	MEDICA D	VITACARE	2011VC122030	2224	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TOCOCARDIOGRAFO	ADVANCED	FETAL MONITOR	54120520041	2238	corr	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
DETECTOR DE LATIDOS FETALES SJMMIT	SJMMIT	DOOPLER	NO ENCONTRADO	2270	corr	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
DETECTOR DE LATIDOS FETALES SJMMIT	SJMMIT	DOOPLER	NO ENCONTRADO	2273	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
DETECTOR DE LATIDOS FETALES SJMMIT	SJMMIT	DOOPLER	NO ENCONTRADO	2274	prev	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mantenimiento Programado																	
Mantenimiento Realizado																	
Revision																	
Mantenimiento Correctivo																	

ILUSTRACIÓN 12 CALENDARIO DE MANTENIMIENTO.

7.2. RUTINAS DE MANTENIMIENTO.

A partir de la revisión detallada de los manuales de usuario, así como las capacitaciones de operación brindadas por cada una de las empresas proveedoras de equipo médico se establecieron las diferentes rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos, haciendo énfasis en la revisión de parámetros mecánicos, eléctricos y fisiológicos, de tal forma que se pudieran estandarizar procesos de revisión para cada área.

Las rutinas de mantenimiento se establecieron para cada equipo, imprimieron y asignaron a cada área operativa, estas rutinas muestran los pasos a seguir para efectuar el mantenimiento, su llenado complementa el proceso de mantenimiento preventivo especificado en la sección 5.5 de este trabajo.



RUTINAS DE MANTENIMIENTO

EQUIPO	ASPIRADOR PORTATIL PARA SUCCION CONTINUA	MARCA	BAME	PERIODO 2012
MODELO	182	PROVEEDOR	CCERSA	
SERIE	1258011	No. INVENTARIO	SIN NUMERO	

Descripción del equipo

Aspirador de succión continua y regulable alimentado a 127 V, 1/4 HP de potencia, bomba de vacío libre de aceite, sistema de regulación de 0 a -100 mm hg

Pruebas de rutina

Seguridad eléctrica	Pruebas de Funcionamiento
<p>Mida las resistencia del cable a tierra, no debe exceder 0.15 ohm. Mida las fugas de la tierra de chasis. No debe ser superior a 100 microamperios</p>	<p>El compresor trabaja sin vibraciones excesivas. La unidad debe mantener un mínimo de -80 a -100 mm de Hg en forma constante Todos los accesorios de hule o caucho deberán inspeccionarse para determinar si están deteriorados. La válvula reguladora variara la presión negativa de cero hasta una presión de trabajo de -100 mm Hg</p>

Rutina por equipo

- Revise las condiciones físicas del cordón de alimentación.
- Revise la integridad mecánica de todos los controles e interruptores.
- Inspeccione las condiciones de la tubería, mangueras, cople, botellas y filtros.
- Lubrique el motor y la bomba. Cambie los filtros cuando sea requerido.
- Chequee las condiciones y exactitud de la caída al vacío.
- Chequee la operación del dispositivo de protección de sobre flujo.
- Pruebe al máximo vacío.
- Examine los signos de suciedad, deterioro y daños.

AUTORIZÓ	REVISÓ	REALIZÓ
C. P. GERARDO OLMEDO FLORES	ING. A. ERICK MIRANDA LEON	JULIO CESAR LOZANO GONZALEZ
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE

Ilustración 13 RUTINA DE MANTENIMIENTO

7.3. INDICADORES

Si bien, implementar los procesos y procedimientos de un servicio de Ingeniería Biomédica en el hospital es primordial, para la operación del Departamento es necesario poder evaluar la eficiencia y eficacia del servicio, a través, de indicadores que nos den información sobre los recursos, avances, y metas alcanzadas durante el proceso de gestión de mantenimiento.

Los indicadores que se establecieron fueron por parte del Departamento de Mantenimiento a Equipo Médico y Electromecánico del Instituto y se evaluaron de acuerdo a las indicaciones y periodicidad que dicta el mismo Departamento de oficinas centrales.

A continuación se presentan los indicadores manejados en la unidad con una breve descripción su aplicación:

7.3.1. EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA MÉDICA PERTENECIENTE AL INSTITUTO.

Objetivo del Indicador:	Determinar el porcentaje de equipos en mal funcionamiento.
Tipo de Indicador:	Proceso
Característica de Calidad:	Satisfacción, Efectividad, Eficiencia, Seguridad del paciente.
Formula del indicador:	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de equipos con mantenimiento correctivo en el primer semestre}}{\text{Total de equipos incluidos en el inventario gral.}} \times 100$
Estándar de Desempeño:	El Indicador deberá ser menos 10%.
Origen del Indicador:	Institucional
Descripción de Términos:	No aplica.
Fuentes de Datos:	Ordenes de servicio y solicitud de servicio
Instrumentos de Recolección:	Tabla y gráfico.
Responsable:	Jefe de Ingeniería Biomédica
Presentación de los Resultados:	A través del reporte mensual de Indicadores, y gráficos de XY en forma trimestral.
Área de Aplicación:	Departamento de Ingeniería y Mantenimiento

7.3.2. EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA QUE CUENTA CON GARANTÍA.

Objetivo del Indicador:	Determinar el porcentaje con respaldo directo del proveedor.
Tipo de Indicador:	Proceso.
Característica de Calidad:	Satisfacción, Efectividad, Eficiencia, Seguridad del paciente.
Formula del indicador:	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de equipos con garantía}}{\text{Total de equipos incluidos en el inventario}} \times 100$
Estándar de Desempeño:	El indicador deberá ser mayor al 80%.
Origen del Indicador:	Institucional
Descripción de Términos:	No aplica.
Fuentes de Datos:	Ordenes de servicio y solicitud de servicio
Instrumentos de Recolección:	Documental (encuestas de calidad).
Responsable:	Jefe de Ingeniería Biomédica
Presentación de los Resultados:	A través del reporte mensual de Indicadores, y gráficos de XY en forma trimestral.
Área de Aplicación:	Departamento de Ingeniería y Mantenimiento

7.3.3. EVALUACIÓN DEL MOBILIARIO Y EQUIPO

Objetivo del Indicador:	Determinar el porcentaje de mobiliario y/o equipo en mal estado.
Tipo de Indicador:	Proceso
Característica de Calidad:	Satisfacción, Efectividad, Eficiencia, Seguridad.
Formula del indicador:	$\frac{\text{Nº de piezas con mantenimiento correctivo en el primer semestre}}{\text{Total de mobiliario incluido en el inventario general.}} \times 100$
Estándar de Desempeño:	El indicador deberá ser menor al 10%.
Origen del Indicador:	Institucional
Descripción de Términos:	No aplica.
Fuentes de Datos:	Ordenes de Trabajo
Instrumentos de Recolección:	Tabla y gráfico.
Responsable:	Jefe de Ingeniería y Mantenimiento
Presentación de los Resultados:	A través del reporte Semestral de Indicadores, y gráficos de XY en forma semestral.
Área de Aplicación:	Departamento de Ingeniería y Mantenimiento

7.3.4. EVALUACIÓN DEL PERSONAL

Objetivo del Indicador:	Determinar el rendimiento operativo del servicio relacionado al personal.
Tipo de Indicador:	Proceso
Característica de Calidad:	Satisfacción, Efectividad, Eficiencia, Seguridad, Servicio y Calidad.
Formula del indicador:	$\frac{\text{Trabajos realizados durante el semestre por el trabajador}}{\text{Total de trabajos asignados en el Departamento.}} \times 100$
Estándar de Desempeño:	El indicador deberá ser mayor al 80%.
Origen del Indicador:	Institucional
Descripción de Términos:	No aplica.
Fuentes de Datos:	Ordenes de trabajo
Instrumentos de Recolección:	Tabla y gráfico.
Responsable:	Jefe de Ingeniería y Mantenimiento
Presentación de los Resultados:	A través del reporte Semestral de Indicadores, y gráficos de XY en forma semestral.
Área de Aplicación:	Departamento de Ingeniería y Mantenimiento

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS NO FAVORABLES.

Es importante mencionar que durante la gestión e implementación de este trabajo, no todos los resultados son favorables, por tanto se propone dejar una breve reseña de aquellas acciones implementadas que no lograron el objetivo planeado, así como un análisis de las causas que no permitieron obtener un resultado aceptable.

8.1. DEPENDENCIA DE CONTRATOS DE MANTENIMIENTO.

A lo largo del periodo de garantía de cada equipo las labores de mantenimiento son realizadas por la empresa proveedora de los equipos considerando un año a partir de la adquisición del mismo. Las funciones del Departamento durante este periodo consistieron únicamente en la supervisión de los trabajos realizados por parte del proveedor de acuerdo a lo especificado en la licitación pública de adquisición del equipo. Posterior al periodo de garantía no contamos con un servicio especializado para la atención de equipos especializados por lo que es necesaria la gestión y adquisición de contratos de mantenimiento externos que permitan garantizar y respaldar la funcionalidad de los mismos. Tal es el caso de la calibración de equipos especializados y de soporte de vida como son los ventiladores mecánicos y máquinas de anestesia.

Se realizaron los trámites correspondientes para solicitar el mantenimiento de los equipos de soporte de vida, los cuales al coincidir con el cambio de año fiscal y elecciones gubernamentales, fueron rechazados por falta de presupuesto. Los procedimientos para la solicitud de presupuesto para mantenimiento a equipo médico en oficinas centrales del Instituto de Salud del Estado de México tiene una duración de varias semanas de acuerdo a los lineamientos de la Ley de Contratación Pública del Estado de México y Municipios, en este contexto para generar un plan de mantenimiento preventivo correctivo es importante considerar los factores externos que pueden retrasar la ejecución del mismo. La dependencia de los ejercicios presupuestales, así como los tiempos de ejecución en la solicitud de la misma son elementos que no se tomaron en consideración durante la planificación de los trabajos, presentando un rezago significativo en la ejecución de las labores, viéndose reflejado en los reportes entregados mes a mes de acuerdo a los indicadores de productividad.

8.2. DÉFICIT DE CAPACITACIÓN.

Antes de iniciar operaciones en el hospital se generó un programa de capacitación para personal médico y de enfermería en conjunto con los proveedores para garantizar la correcta operación de cada equipo, dicho programa se aplicó a la plantilla de arranque disponible en el instituto durante las jornadas previas a la inauguración del hospital.

Posteriormente reforzó la capacitación en cada turno considerando tres turnos nocturnos, dos diurnos y un vespertino haciendo énfasis en los equipos instalados en las áreas.

Conforme el hospital adquirió demanda de trabajo la plantilla de personal médico y de enfermería aumento, se tuvo un ingreso de personal a cada área para solventar la demanda de pacientes.

Se planteó ante Dirección la posibilidad de capacitar al personal de nuevo ingreso en conjunto previo al inicio sus operaciones en el área, sin embargo, la solicitud fue rechazada debido a la gran demanda de personal operativo, como estrategia se implementó distribuir al personal de capacitación por parte de proveedores y del servicio de Ingeniería Biomédica para cubrir los diferentes turnos. Se giraron oficios de presentación para citar al personal, la afluencia a cada capacitación fue mínima debido la carga de trabajo del hospital.

Se retomó la opción de capacitar al personal generando jornadas de enseñanza fuera de sus horarios laborales, considerando que los horarios nocturnos y de guardia especial (sábados domingos y festivos) son los más demandados en trabajo y contaban con un déficit en capacitación, sin embargo, parte del personal con apoyo del sindicato, se negaron puesto que no es posible obligar al trabajador a presentarse a laborar fuera de su horario, ya que que prestarían sus servicio fuera de dicha jornada y, por tanto, tendrán derecho a que el tiempo empleado en la capacitación, les sea pagado como tiempo extraordinario, que debería pagado en la forma y términos previstos por los artículos 66, 67 y 68 de la propia Ley Federal del Trabajo.

Ante las múltiples negativas del personal los proveedores suspendieron los servicios de capacitación fuera de los horarios matutino, como consecuencia del déficit en capacitaciones se presentó un aumento en los reportes de falla de los equipos médicos, los cuales no representaban un desperfecto funcional sino errores en la preparación medición y operación del equipo. Si bien ninguno de estos errores represento una consecuencia grave en el paciente, si afecto directamente la efectividad y eficacia de los servicios de salud prestados a los derechohabientes. Como solución se tuvo que recurrir a la rotación de un personal de servicio

por cada turno verificando y asesorando la operación de cada equipo, mismo que tardo más de 2 meses en la supervisión.

8.3. FALTA DE PUESTA EN MARCHA PROGRAMADA.

Ante la inauguración del Hospital se contaba con un total de 18 ventiladores mecánicos para la atención en áreas críticas como son las terapias intensivas adultos y neonatales, durante el proceso de puesta en marcha de los equipos se solicitó, por parte de la Dirección del Hospital, mantener la disponibilidad del total de equipos en el área crítica. Si bien, es indispensable la disponibilidad del equipo médico en este tipos de áreas, también es necesario considerar la fiabilidad del mismo y la demanda, la cual resulta completamente variable, más aun, en un hospital de nueva creación en una zona geográfica donde no existe un registro histórico de pacientes y demanda de servicios de salud que me permitieran programar la puesta en marcha de los equipos.

Dentro de una terapia intensiva la disponibilidad del equipo, así como la fiabilidad del mismo son fundamentales para la atención del paciente. La solicitud de la Dirección Médica fue habilitar todos ventiladores y mantenerlos disponibles fue precipitada y las consecuencias se vieron reflejadas en los equipos, puesto que, las celdas de oxígeno quedaron expuestas al ambiente. Las celdas de oxígeno son responsables de la medición de la Fracción Inspirada de Oxígeno "FIO₂" del paciente. La FIO₂ es un parámetro de medición dentro de la terapia de oxígeno en el paciente en situaciones de emergencia, o ante eventos patológicos que impliquen aumento del consumo de oxígeno (Mari, 2001). Al dejar expuestas las celdas de oxígeno al ambiente la vida útil de las mismas se reduce a 6 meses de operación, la terapia intensiva adultos tuvo su primer paciente con ventilación mecánica a los dos meses de operación del hospital.

Al cumplir los primeros 6 meses de trabajo, las celdas de oxígeno de los 18 ventiladores habían sido consumida con una operación mínima en pacientes, generando un desperdicio de prácticamente el 90% de ellas. Para la ejecución del primer contrato de mantenimiento, se solicitó al proveedor evitar la instalación de las celdas de oxígeno a 10 equipos dejando únicamente 6 cubículos equipados con ventilador de acuerdo a la demanda estimada de la terapia intensiva, más dos equipos de guardia para emergencias.

Los equipos se rotaron sistemáticamente cada 6 meses de uso, optimizando el tiempo de vida de cada celda, evitando el consumo excesivo de recursos así como el desgaste de los ventiladores

8.4. OMISIÓN DE MEDICIÓN DEL TIEMPO DE SERVICIO.

Al iniciar labores en el servicio fue necesario establecer indicadores que permitieran evaluar la productividad del servicio, mismos que fueron proporcionados por medio del Departamento de Mantenimiento a Equipo Médico y Electromecánico, oficina operativa y de control de las autoridades del Instituto de Salud del Estado de México. Si bien estos indicadores mencionados en la sección de Gestión del Mantenimiento permiten realizar un análisis sobre el avance del programa establecido, no brindan información adecuada sobre la intensidad y calidad del trabajo de cada uno de los operarios en el servicio.

Al inicio de operaciones dentro del hospital las solicitudes de servicio predominaban en áreas de capacitación y asesoría, lo cual no demandaba recursos en exceso, sin embargo, al avanzar el tiempo los reportes fueron presentando fallas cada vez más complejas. Esta situación aunada a la fuerte rotación del personal en el área médica generó que la cantidad de reportes así como la demanda de recurso se diversificara.

Una vez que el hospital empezó labores de manera regular con demanda de pacientes y saturación de servicios fue solicitada al área una evaluación de la cantidad de trabajos realizador por cada empleado para determinar la productividad y evaluar la permanencia en sus funciones, se detectó que si bien la cantidad de órdenes de servicio que se generaban por cada técnico asignado eran diversas. Para una labor de mantenimiento correctivo no se contaba con un indicador que midiera efectivamente la calidad, cantidad y complejidad de los trabajos realizados, esto implicaba que dos trabajadores podían tener una misma evaluación en cantidad de órdenes de trabajo, con funciones y atenciones en diferentes áreas, siendo para alguno de los dos mucho más complejas que para el otro. Esta situación imposibilitaba ejercer una evaluación fehaciente y fidedigna de las labores cada empleado.

Un caso similar ocurría en la cantidad de solicitudes de servicio que se generaban por turno siendo durante los turnos nocturnos mucho menos solicitados los servicios de corrección de fallas, debido a la falta de personal en las áreas, así como la ausencia de una supervisión directa por parte de la Dirección Médica, lo cual, obstaculizaba el diagnóstico y detección de fallas hasta en enlace con los turnos diurnos donde existe mayor supervisión y control del personal.

Si bien existe forma de cuantificar de manera cualitativa el desempeño de cada uno de manera cuantitativa es imposible medir fehacientemente el desempeño de las labores de cada trabajador de acuerdo a los indicadores de calidad de Oficinas Centrales, por tanto de manera posterior se agregó a la orden de servicio un apartado que permite cuantificar el tiempo de trabajo en cada reporte y de esa forma calcular la intensidad del mismo.

9. CONCLUSIONES:

El presente trabajo se ejecutó a partir de la experiencia laboral en sector de salud público, con el objetivo general de establecer los procesos y procedimientos necesarios para implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo a equipos médicos en un hospital de especialidad, el cual, se cumplió cabalmente mediante la implementación de un servicio de mantenimiento biomédico eficaz, que llevo a cabo las tareas operativas y administrativas necesarias para la conservación de la infraestructura y los equipos.

Durante su desarrollo me permití explorar dentro de la literatura especializada en mantenimiento y es importante resaltar que gran parte del material encontrado y analizado, hace referencia al mantenimiento de instalaciones industriales y plantas de producción haciendo énfasis en necesidades propias de la industria, sin embargo, estas necesidades no se comparten con el área hospitalaria. Dentro de los hospitales en muchas ocasiones no es posible realizar un paro programado por necesidades propias del paciente o incluso es necesario manejar un tiempo de respuesta inmediato para la corrección de una falla. Si bien, existe material especializado en mantenimiento de instalaciones hospitalarias y de equipo médico este material es limitado, en el caso particular del país la CENETEC establece lineamientos para generar centros de Ingeniería Biomédica, no obstante, es necesario profundizar dentro de la investigación y aplicación de las diferentes ramas de ingeniería dentro de este ámbito, representando una real de oportunidad en el desarrollo de técnicas de control y gestión de servicios.

Por otro lado, el mantenimiento a conjuntos hospitalarios y en específico a equipo médico en el sector público es castigado por bajos presupuestos, excesiva demanda de trabajo, tramites extensos, además del déficit de personal especializado que se ocupe de estas labores, este trabajo intenta reflejar un poco de este panorama haciendo énfasis en establecer la necesidades prioritarias para poner en funcionamiento servicio de Ingeniería Biomédica, lo cual representa el primer paso hacia atajar estas deficiencias que reflejan un coste económico y social importante.

Se debe tomar en cuenta que la creación del servicio de Ingeniería Biomédica en los hospitales del ISEM es reciente, establecer políticas de calidad basadas en la estandarización de procesos resulta una prioridad, sin embargo, los recursos y apoyo por parte de la institución se tornan limitados dejando una brecha de trabajo importante sobre la cual actuar.

La realización de este proyecto se encuentra dentro de las limitaciones del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento siendo estas la falta de personal operativo, presupuesto, carencia de

herramientas, entre otros; lo cual no es impedimento para llevar a cabo la estandarización de procesos que establecerá los tiempos de respuesta para evitar, prevenir y predecir fallas en equipos médicos, falsos diagnósticos, o riesgos a la seguridad de operarios y pacientes estableciendo un punto de inicio para posteriores análisis de tiempos y movimientos, gestión de calidad y determinación de indicadores propios que permitan evaluar y mejorar las actividades de mantenimiento.

Únicamente se tomaron en cuentas los procedimientos y procesos enfocados a aprovechar los recursos con los cuales cuenta el hospital, así como, definir responsables de cada proceso e interacción con otros servicios, como continuidad a este trabajo se pueden realizar análisis más detallados al desarrollo de cada proceso, así como la interacción con otros departamentos, incluso cumple con ser un acercamiento hacia la aplicación de metodologías de mejora de procesos, o la implementación de software de gestión de mantenimiento.

Resulta primordial contar con la información necesaria para establecer las necesidades de cada equipo, sin embargo, la recopilación de esta información resulta una labor exigente en tiempo y recursos, que se traduce en un alto costo humano y material, que es conveniente absorber para la correcta operación del servicio.

El establecimiento de la orden de servicio así como su correcto llenado permiten llevar a cabo la gestión adecuada de los recursos necesarios para operar el servicio, es fundamental supervisar continuamente la realización de cada una para poder efectuar un adecuado control tanto de la prevención como la corrección de fallas a partir de contar con stock completo y actualizado de refacciones y consumibles.

La eficiencia y la eficacia del mantenimiento hospitalario es una medida de valor agregado de los servicios que se prestan a los usuarios, por tanto, se deben orientar no solo a la mejora y conservación de equipos y servicios, sino, a establecerla como es una necesidad fundamental, si lo que se busca es asegurar la calidad, competitividad, y fiabilidad en las organizaciones hospitalarias.

Cabe mencionar durante esta labor, empecé siendo estudiante de la Facultad de Ingeniería. Mucho del contenido de este material fue desarrollado durante la materia Logística Hospitalaria impartida por el M.I. Octavio Arenas Covarrubias, si bien, se me brindaron las herramientas analíticas y procedimentales para realizar esta labor, es importante mencionar que durante la realización de mis funciones en más de una ocasión me enfrente a situaciones para las que no estaba adecuadamente preparado, además, no contaba con el título para realizar estas tareas;

Esta situación genera un gran riesgo tanto personal como a terceros, es por ello, que se vuelve menester en la formación de futuros ingenieros del área clínica llevar a cabo estancias que te permitan conocer y desarrollar habilidades necesarias para realizar funciones propias de la Ingeniería Biomédica.

10. BIBLIOGRAFÍA:

- BSI. (2008). *Asset Management*. Grain British: British Standards Institution.
- Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2013). *Guía de Procedimientos para un Centro Estatal de Ingeniería Biomédica*. México: Secretaria de Salud.
- Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2016). *Glosario de Gestión de Equipo Médico*. México: Secretaria de Salud.
- Instituto de Salud del Estado de México. (2005). *Manual General de Organización del Instituto de Salud del Estado de México*. Toluca: Gobierno del estado de México.
- Instituto de Salud del Estado de México. (2011). *Guía de Inducción para Servidores Públicos de Nuevo Ingreso al Instituto de Salud del Estado de México*. Toluca, Estado de México.: Gobierno del Estado de México.
- Malagón-Londoño. (2008). *Administración Hospitalaria*. Bogota: Panamericana.
- Mari, S. R. (2001). ADMINISTRACIÓN DE OXÍGENO. *Enfermería Neonatal*, 18 -22.
- Mora Garcia, L. A. (2016). *Gestión Logística Integral*. Bogota: Ecoe ediciones.
- Organización Mundial de la Salud, U. (2009). *Iniciativa Hospital Amigo del Niño, revisada, actualizada y ampliada*. Washington: D.C. OPS.
- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid.
- Santiago, G. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Bogota: Diaz de Santos.
- Secretaría de Salud. (2000). *NORMA Oficial Mexicana NOM-197-SSA1-2000 Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaria de Salud. (2012). *NORMA Oficial Mexicana NOM-240-SSA1-2012, Instalación y operación de la tecnovigilancia*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Secretaria de Salud. (11 de junio de 2014). *Dirección General de Recursos Humanos*. Recuperado el 30 de abril de 2017, de ACTUALIZACIÓN DEL CATÁLOGO DE PUESTOS PARA LA RAMA MÉDICA, PARAMÉDICA Y GRUPOS AFINES: http://dgrh.salud.gob.mx/Servicio_DIIntdPuesyServPers_CatRamaMed.php
- Secretaria de Salud, I. (2011). *Lineamientos de Operación del Departamento de Ingeniería Biomédica del ISEM*. Estado de México: Gobierno del estado de México.