

I. B. GLORIA SERENA SORIA
DELGADO

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
PREDICTIVO EN HOSPITALES DE SEGUNDO NIVEL EN QUERÉTARO

2022



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE MEDICINA

**“MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO EN
HOSPITALES DE SEGUNDO NIVEL EN
QUERÉTARO”**

TESIS

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL
GRADO DE

MAESTRO EN GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA

PRESENTA:

I.B. GLORIA SERENA SORIA DELGADO

DIRIGIDO POR:

MTRO. HÉCTOR FERNANDO VALENCIA PÉREZ

Santiago de Querétaro, Qro. septiembre 2022.

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración
Maestría en Gestión de la Tecnología

“MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
PREDICTIVO EN HOSPITALES DE SEGUNDO NIVEL EN QUERÉTARO”

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestro en Gestión de la Tecnología

Presenta:

Ingeniero Biomédico Gloria Serena Soria Delgado

Dirigido por:

Mtro. Héctor Fernando Valencia Pérez

Mtro. Héctor Fernando Valencia Pérez

Presidente

Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez

Secretario

Dr. Martín Vivanco Vargas

Vocal

Dr. Gibran Aguilar Rangel

Suplente

Dr. Francisco Flores Agüero

Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Septiembre, 2022
México.

I. RESUMEN

Actualmente existen varias maneras de gestionar los mantenimientos preventivos y predictivos de equipo biomédico dentro de los hospitales de la ciudad de Santiago de Querétaro, la mayoría de ellas basadas en la experiencia y no en la literatura ni en las recomendaciones que los proveedores de estos equipos indican en sus manuales de funcionamiento para un óptimo uso de ellos, lo que hace que no se pueda garantizar su buen funcionamiento en todo momento. Para poder hacer una gestión de mantenimientos es necesario tener en cuenta distintos factores, entre ellos dónde se encuentra localizado el equipo biomédico, la cantidad de equipos y su clase que existen en el hospital, su estado financiero actual. Estos factores deberían ser evaluados por el encargado del área biomédica del hospital, el problema es que actualmente no se le da la importancia necesaria, haciendo los procesos subjetivos, poco óptimos, ya que la atención es repartida de manera ineficiente. Para poder llevar a cabo esta tesis fue importante entrevistar a los hospitales tanto públicos y privados de la ciudad para denotar cuáles son algunas de las malas prácticas que se llevan a cabo, y buscar prevenirlas, así como replicar las buenas prácticas, toda esta experiencia se mezclara con la teoría, dando como resultado el manual que se presenta a continuación, buscando que se una herramienta útil y digerible para cualquier profesional que se encuentre a cargo del área biomédica del hospital.

(Palabras clave: hospital, mantenimiento, competencia, empresas, gestión de la innovación)

II. DEDICATORIA

**A mi madre, por cada palabra de apoyo, noche de desvelo y regaño,
por siempre estar para mí, estoy muy orgullosa de ser tu hija,
este logro es de ambas, Te Amo.**

**Con gran amor a mis padres Gloria Delgado y Román Soria los cuales me apoyaron
cada uno a su manera para lograr esta meta y hacerme la mujer que soy hoy en día.
Gracias.**

III. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro, especialmente a mi Director de tesis el Mtro. Héctor Fernando Valencia Pérez y a mi Coordinador de Maestría, el Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez, ya que sin su apoyo y dirección este manual no hubiera sido posible.

Así como a los distintos jefes de las áreas biomédicas de los hospitales públicos y privados de la ciudad de Querétaro, sin su apoyo y colaboración, el análisis de las prácticas actuales, hubiera sido imposible.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo otorgado para el desarrollo y culminación del presente manual.

IV. ÍNDICE

I.	Resumen	I
II.	Dedicatorias.....	II
III.	Agradecimiento	III
IV.	Índice	IV
V.	Índice de tablas	VI
VI.	Índice de figuras	VII
1.	Introducción	1
	1.1 Planteamiento del problema	1
	1.2 Justificación	4
2.	Antecedentes	8
3.	Fundamentación Teórica	12
	3.1 Ingeniería biomédica	12
	3.2 Ingeniería clínica	15
	3.3 Hospital	17
	3.3.1. Normativa y acreditaciones	17
	3.3.2. Caracterización de hospitales	22
	3.4 Equipos biomédicos Hospital	28
	3.4.1. Tipos de equipos biomédicos	30
	3.4.2. Priorización de biomédicos	33
	3.5 Gestión del departamento biomédico	40
	3.5.1. Gestión de mantenimientos	46
	3.5.2. Gestión de mantenimientos preventivos	50
	3.5.3. Gestión de mantenimientos correctivos	54
	3.5.4. Gestión de mantenimientos predictivos	57
	3.6 Gestión del departamento biomédico	59
4.	Hipótesis	65
	4.1 Hipótesis de investigación	65
	4.2 Hipótesis nula.....	65

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO...	V
5. Objetivos.....	66
6. Método	67
7. Resultados y discusión	73
VII. Conclusión	VIII
VIII. Referencias	X
IX. Anexos	XV

V. ÍNDICE DE TABLAS

1.	Función de Equipo (Sen Salinas Diana Antonieta, 2015)	34
2.	Riesgo físico asociado con aplicación clínica (Sen Salinas Diana Antonieta, 2015)	35
3.	Mantenimiento (Sen Salinas Diana Antonieta, 2015)	36
4.	Antecedentes de problemas del equipo (Sen Salinas Diana Antonieta, 2015)	36
5.	Tabla comparativa de variables en hospitales públicos y privados de la ciudad, elaboración propia.	79

VI. ÍNDICE DE FIGURAS

1. Organigrama de los hospitales del Insalud (R.D. 521/1987). Fuente: Cortesía Dr. D. Miguel Ángel Asenjo.25
2. Diagrama de flujo para la gestión de mantenimiento correctivo, elaboración propia. .39
3. Diagrama de flujo del proceso de atención interna, elaboración propia.40
4. Curva de fallo a través del tiempo recuperada de “Implementación de mantenimiento preventivo/predictivo en equipo biomédico en el Instituto Mexicano del Seguro Social” (MAGALLON, 2011).59

1. Introducción

Esta tesis centra su enfoque en las tareas del responsable del área biomédica que trabaja en una clínica u hospital. Algunas de estas tareas son gestionar y coordinar inversiones de tecnologías biomédicas, los mantenimientos relacionados a los dispositivos electro biomédicos, entre otras actividades administrativas y operativas en lo relacionado a la capacidad instalada de los espacios de atención médica. Todo esto con el fin de ofrecer atención médica oportuna, efectiva y de calidad.

Por lo tanto, se desarrollará desde los conceptos básicos, como son términos de hospital, hospitales de segundo nivel, ingeniería biomédica, ingeniería clínica y las normativas por las que se debe regir para tomar decisiones en dicha actividad.

Otra parte fundamental de esta investigación es todo lo que respecta a los equipos electro biomédicos, los tipos de equipos que existen, cómo se priorizan, entre otros datos generales de los mismos, también se habla de cómo actualmente el departamento biomédico se gestiona, así como las decisiones relacionadas a los diferentes tipos de mantenimientos, entre los cuales se encuentran los preventivos, predictivos y correctivos, aunque esta investigación se enfocará principalmente en los dos primeros. Después se profundizó en la metodología, las formas de hacer un procedimiento correcto de los mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos, esto con el fin de generar una mejor gestión de la tecnología en el sector de salud, haciendo que esta sea segura, apropiada y eficaz a un costo razonable.

Esta investigación tiene como finalidad principal generar la propuesta de un manual y las herramientas necesarias para la gestión hospitalaria, en términos específicos lo relacionado a los mantenimientos preventivos y predictivos, buscando así una estandarización de los métodos utilizados.

1.1 Planteamiento del problema

Por los antecedentes revisados, tanto para la justificación del trabajo, como para el marco teórico que se ha abordado, como para aquel que se abordará durante el proceso, podemos visualizar que actualmente en México se carece de mucha información y experiencia para llevar a cabo una buena gestión de mantenimientos preventivos y predictivos de equipo electro médico, empezando porque realmente los manuales más aproximados datan del 2011, siendo bastante obsoletos. Tomando en cuenta que cada vez se destina menos presupuesto al sector salud, es importante cuidar los recursos que se tienen, es decir, que no nada más es importante realizar ésta investigación para generar herramientas útiles, actualizadas y precisas, sino que también es importante para el cuidado de los recursos financieros, así como de los usuarios que ocupan los servicios de salud.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) un hospital es parte integrante de una organización médica y social, cuya misión consiste en proporcionar a la población una asistencia médico-sanitaria completa, tanto curativa como preventiva, y cuyos servicios llegan hasta el ámbito familiar. El hospital es también un centro de formación de personal sanitario y de investigación bio-social. (Lama, 2008)

Existen cuatro niveles de acción de la salud: la promoción, protección, recuperación y rehabilitación de la salud del paciente. Las primeras dos se consideran preventivas mientras que las siguientes son parte de la asistencia médica. Por lo tanto, un hospital se vuelve una institución abierta, dinámica, extramural, en la cual se realizan en forma simultánea y con el mismo interés, funciones tanto preventivas como curativas. (Amador Guevara, 1981)

En un hospital de segundo nivel de atención se atiende a los pacientes remitidos por los servicios del primer nivel de atención que requieren de procedimientos de diagnósticos, terapéuticos y de rehabilitación. Se aplican los métodos de diagnóstico: exámenes clínicos, estudios radiográficos, análisis de laboratorio, interconsultas con especialistas como cardiólogos, neurólogos, nefrólogos, gastroenterólogos, entre otros, de acuerdo con la necesidad de los pacientes. Cuando la enfermedad presenta manifestaciones físicas y se hacen evidentes los signos y síntomas se debe realizar el tratamiento oportuno para limitar el daño

y recuperar la salud. Para ello se recurre, de ser necesario, a la internación, al tratamiento quirúrgico o clínico específico. Corresponde a los Hospitales Generales, Regionales, Integrales, Comunitarios; también a los Hospitales Pediátricos, de Gineco-Obstetricia o Materno-Infantiles, así como los Hospitales Federales de Referencia que se localizan en la Ciudad de México y que operan como concentradores para todo el territorio nacional. (Del, 2002)

Es importante recalcar que este trabajo se basa en la NORMA Oficial Mexicana NOM-016-SSA3-2012, que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada. (Oficial, Sección, Velasco Suárez, & Mexicana, 2013)

Al ingeniero biomédico al trabajar en hospitales o clínicas también se les conoce como ingenieros clínicos, para ser más específicos en la definición, es importante recalcar que este tipo de especialistas están más enfocados y tienen las capacidades necesarias para gestionar sistemas tanto de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo; a diferencia de otros técnicos o a no especialistas en el rubro, tiene la capacidad como los conocimientos para capacitar al personal que se encuentre relacionado con las instalaciones y a la realización de pequeños desarrollos dentro de un hospital o clínica, teniendo la capacidad de hacer una correcta relación entre el costo/beneficio de sus decisiones, asegurando que las mismas son las óptimas. (Taborda, 2006)

Un factor importante es considerar que el ingeniero biomédico es aquel que sirve como intermediario entre la tecnología médica y el usuario final de ella, este debe preocuparse por poder satisfacer las demandas del sector al cual se esté proporcionando el servicio, con base en sus conocimientos. Siendo parte de sus obligaciones, el ejercicio ético de su profesión, solucionar los problemas que se le presenten, generar ideas sostenibles y adecuadas para el medio ambiente, generar prospectiva sobre requisitos actuales y futuros, así como garantizar la calidad en el servicio que se está brindando, esto implica por supuesto la responsabilidad con los pacientes, pero también con el personal general del sector salud. (Salinas, 2014)

Entre sus deberes está que sea capaz de adquirir información, confiable, pertinente y relevante, haciendo su objetivo siempre la mejora de la atención médica e impulsar la generación de políticas en salud que atiendan a las necesidades de las unidades hospitalarias. Adoptar y desarrollar adecuadamente estrategias y acciones encaminadas a resolver los impedimentos de una gestión de equipo médico adecuada impactará directamente en la calidad de la atención a la salud, en la seguridad hacia el paciente y en el uso racional y eficiente de los recursos (Córdova Villalobos, Ortiz Domínguez, Hernández Ávila, & De León- May, 2007).

Teniendo en cuenta estos conceptos básicos y el para qué existen los ingenieros biomédicos en hospitales, de ahí que sea el deber del profesional crear herramientas necesarias para la optimización de procesos, estas deben ser vistas bajo el ojo crítico de un ingeniero biomédico, si bien cualquier otro ingeniero es capaz de poder realizar un análisis que permita la optimización de los procesos, nunca tendrá todas las bases que tiene un ingeniero biomédico, por lo tanto, es preciso señalar qué es un ingeniero biomédico y su papel en un hospital ya que esa se vuelve la base, para después poder crear las herramientas necesarias para optimizar procesos. En el caso de esta investigación se pretende optimizar procesos de mantenimiento, logrando que se ahorren recursos financieros, de personal y de insumos en general, al enfocarse en mantenimientos preventivos y predictivos hace necesario la implementación de un manual que ayude a prevenir fallas en un equipo en general, fallas en diagnóstico o fallas que puedan dañar al paciente directamente.

Por lo tanto, si bien podría parecer que solo pretende dar una propuesta de solución, esta misma es de vital importancia porque hace que el hospital, su personal y las pacientes se encuentren más seguros, lo que es el objetivo y trabajo principal de un ingeniero biomédico.

1.2 Justificación

Actualmente México se encuentra al borde de una crisis de salud pública, esto según el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), debido a que durante el gobierno del

presidente Enrique Peña Nieto el presupuesto de la Secretaría de Salud se redujo en un 20% medido frente a la inflación, se dio un presupuesto de 90,558.00 millones de pesos, mientras que en el 2012 fue un presupuesto de 113,480.00 millones, en el 2013 el presupuesto fue de 117,902.06 millones, en el 2014 fue de 120,005.00 millones, en el 2015 de 119,749.50 millones, en el 2016 de 113,578.26 millones, en el 2017 de 98,091.21 millones para finalmente cerrar su sexenio con 90,563.87 millones en el 2018 (Bonachera, 2018), esto denota que actualmente no se le da una prioridad esencial al sector salud en México, por lo tanto, los recursos existentes deben de ser gestionados de una manera óptima.

En cambio, durante lo que va del sexenio de Andrés Manuel López Obrador el Coneval (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) dio a conocer que 15.6 millones de personas no tienen acceso a la salud, esto quiere decir que el porcentaje de población con carencia por acceso a los servicios de salud aumentó 12 puntos porcentuales al pasar de 16.2% en 2018 a 28.2% en 2020, esto debido a que al desaparecer el seguro popular para dar paso al Instituto de Salud para el Bienestar (Insabi), que comenzó a operar el 1 de enero del 2020, el cual busca dar atención y medicamentos a personas sin seguridad social, pero los resultados no se han visto aún, este proceso de transición administrativa y operativa entre la creación del Insabi y la desaparición del Seguro Popular, sumada con la crisis sanitaria de COVID-19, hizo que se enfatizara la necesidad de asegurar la atención, si bien el sector de la población más vulnerable es la rural, también las zonas urbanas presentan problemas de salud seberas por esta transición esto por desconocimiento y problemas de accesibilidad (Ortega, 2021).

El monto propuesto para 2021 para el sector salud es de 692 mil 430 mdp esto es 12 mil 757 millones de pesos más que el monto aprobado en 2020. A pesar del incremento en el presupuesto de salud, México mantiene una brecha presupuestaria de 3.2 puntos del PIB, lo que dificulta el avance hacia la equidad de los servicios de salud y su acceso (Centro de Investigación Económica y Presupuestaria, A. C., 2021).

Derivado de la crisis sanitaria que ha existido estos últimos años para este 2022, se destinará \$824,181 mdp al sector salud, lo que representa un incremento de 0.37% del PIB

con respecto al 2021, este incremento según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) no será suficiente, debido a que la población mexicana aún posee grandes problemas de salud que van en aumento, como son las enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes, los problemas cardiovasculares y la obesidad, para ejemplo de esto el 9% de adultos mexicanos sabe que vive con diabetes, mientras que el 25% sufre de hipertensión, todos estos problemas que ya se han acarrado desde hace años se suman al virus del COVID-19, lo que da como resultado que este pequeño aumento presupuestario no genere un cambio significativo (Méndez, 2021).

Si bien se ha logrado dar atención de primer nivel a gran parte de la población, también es evidente el manejo de recursos deficiente en las últimas décadas, trayendo como consecuencia un colapso en las muchas de las instituciones del sector, lo que afecta directamente a los pacientes. Otro problema que refleja la mala gestión presupuestaria es el desabasto de ciertos medicamentos en varias partes del país haciendo que personas con padecimientos como cáncer, diabetes e hipertensión arterial, no tengan acceso a los fármacos necesarios para enfrentar estas enfermedades, donde más se registró estos desabastos fueron en las tres instituciones públicas más importantes del país las cuales son el IMSS, ISSSTE e Insabi (Rodríguez I., 2021).

El COVID-19 más que afectarnos a nivel presupuestario, algo que evidentemente ha hecho, nos ha dado la claridad para ver nuestras deficiencias en el manejo de nuestro presupuesto y lo bajo del mismo, lo que hasta hace algunos años no eran tan evidentes como lo es hoy en día. Mientras países como Argentina que destina aproximadamente 7 puntos del PIB al gasto en salud y Francia que destina 9 puntos del PIB, México no destina ni 5 puntos del PIB a sus gastos de salud, reflejando la importancia que le da a este sector en general (Prensa, 2020). Así mismo es importante recalcar que la situación fue agravada por la situación de epidemiología la cual ha hecho que en México, el gasto en salud se haya reducido y las instituciones públicas de salud sigan mostrando escasez de medicamentos y largos tiempos de espera. (El Financiero, 2018).

La importancia de los mantenimientos hospitalarios correctos, justo radica en la priorización del recurso y en evitar gastos innecesarios, ya que, si se hacen en el tiempo y se siguen los pasos correctos, evitaremos que los equipos electro médico fallen alargando su tiempo de vida.

Esto hace indispensable un manual y las herramientas para hacer una buena gestión preventiva y predictiva. Apoyando a generar los mantenimientos en el momento correcto, disminuyendo el error humano, así como los gastos por dichos errores, esto en términos de afectación directa, por otro lado, de manera indirecta es necesario establecer sus afectaciones en el monitoreo deficiente lo que puede dar como resultados falsos positivos, consecuencias que pueden incluso derivar en la muerte del paciente.

2. Antecedentes

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2012 publicó una “Introducción al programa del mantenimiento de equipos médicos”, es una guía bastante completa de la gestión general de un hospital, aunque provee de mucha información relevante a la fecha, de hecho una parte de esta investigación se basará en el mismo ya que provee información como lo son definiciones aún aceptadas de mantenimiento, gestión, recursos financieros y ejecución de ciertos procedimientos, sumado a esta información relevante que también está realizado por una de las organizaciones más importantes a nivel global en cuanto a salud compete, sin embargo no tiene información muy actualizada y tiene el defecto de que es muy general, es decir, es para cualquier tipo de hospital, lo que podría resultar benéfico para muchas investigaciones pero en el caso de esta que es más específica o para el uso en general de casos más específicos se vuelve poco usable; esto debido a que deja al aire varias cuestiones de suma importancia para el que recurra a ella, por lo tanto, solo es útil como antecedente. (Organización Mundial de la Salud, 2012)

Por otro lado, existen manuales, de distintos países como lo son Perú, Guatemala, Colombia y España los cuales vamos a utilizar como antecedentes los cuales se expidieron en distintas épocas pero que funcionan como antecedentes ya que nos muestra un poco de como otros lugares alrededor del mundo ven la gestión de los distintos tipos de mantenimiento, recalcando algunos puntos de interés de los mismos, así como sus fallas o aciertos.

Otro manual que se estudió fue el manual Panamericano de 1996 llamado “Manual de mantenimiento de los servicios de salud: Instalaciones y bienes de equipo” (Silva, 1996), el mayor inconveniente de este manual es su antigüedad, sin embargo, nos sirve como antecedente de cómo era visto el mantenimiento hace un par de décadas, como administraban el personal, los recursos, los suministros, actividades y su supervisión en general, con este manual nos podemos dar cuenta que las definiciones de mantenimiento no han cambiado significativamente en las últimas décadas, lo que es impresionante porque las tecnologías si han cambiado, lo que nos abre dos incógnitas, la primera es si realmente conocemos los

términos correctos que se deberían utilizar en la actualidad sobre mantenimiento y gestión correspondientes a los avances tecnológicos y si la respuesta es que si, entonces segundo, si los manuales utilizados hace más de diez años siguen siendo útiles podría no necesitarse la creación de nuevos manuales como este, estas incógnitas son las que pretendemos como manual despejar a lo largo de esta investigación.

Se empezó analizando la guía titulada “Mantenimiento de los Establecimientos de Salud. Guía para la mejora de la calidad y seguridad de los servicios” (Bambarén & Alatrística, 2011) realizada en Perú, esta fue hecha en el 2011, por lo tanto, plantea no solo problemas en términos de actualización, si no en términos de disociación al ser de otro país, por cuestiones de normatividad, además de que es para atención primaria, sin embargo, maneja listados interesantes acerca de las actividades y tareas que compete el mantenimiento de equipo, así como su ciclo de vida, enfatizando el porqué de su importancia, por otro lado nos brinda herramientas como diagramas de flujo que nos ayudan a una correcta planificación del mantenimiento, todas estas herramientas serán útiles en la investigación presente, pero al estar tan enfocado en la infraestructura del hospital más que en el equipo médico no es un manual como el que nosotros presentaremos.

Otro caso similar, es el de una guía hecha en Colombia, llamada “La Gestión de mantenimiento preventivo para un hospital de más de 100 camas” (Zamorano, Codirector, & Mart, 2012) hecha en el 2012, la cual propone la creación de un departamento de ingeniería mecánica no biomédica, este tiene una relación ya que también busca la mejora del mantenimiento preventivo, pero bajo un punto de vista de mantenimiento industrial, haciéndolo completamente ajeno, pero de este manual se puede tomar e enfatizar más adelante la propuesta que ellos generan para la aplicación de sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), el cual nos habla acerca de un modelo para mejorar el mantenimiento a través de un método de trabajo apoyado en la informática y basado en un sistema de información para la gestión del mantenimiento, todo esto con el fin de tomar decisiones estratégicas, tácticas, operativas y optimas, facilitando la programación y planificación de tareas de mantenimiento, así como la ejecución de las mismas, produciendo informes del estado general del mantenimiento de los equipos, teniendo como

prioridad la compatibilidad del sistema con la información y herramientas que ya existen en el hospital, por lo tanto, si bien no puede tomarse tal cual el GMAO, puede servir como base y antecedente de este manual.

Por otra parte, existen libros destinados al mantenimiento, como es el de *Organización del mantenimiento en centro sanitarios* (Francisco Javier Guelbenzu Morte, 1990) el cual fue hecho en Madrid, y tiene como objetivo la planificación técnica y funcional del servicio integral. Siendo un libro bastante antiguo sirve como referencia este nos habla acerca de dos puntos importantes que son la importancia del mantenimiento desde el punto de vista de gestión, así como para el paciente, de este último casi no se habla cuando se habla de mantenimiento, pero realzar como afecta un buen o mal mantenimiento al paciente es de suma relevancia ya que el objetivo de mejorar el mantenimiento de los equipos es mejorar el servicio de salud que le damos al paciente, al final de cuentas lo que buscamos es el bienestar del mismo. Otro punto muy ligado a esto es la calidad del mantenimiento, la relevancia de este punto es que si bien en la mayoría de los hospitales se hacen mantenimientos la calidad de los mismos es realmente baja debido a que ni siquiera se preocupan en general por la misma, cuando es esta la que nos dice si las necesidades de un usuario se satisface realmente o no, ya que solo así podemos conocer el estado de funcionamiento del mismo, por las razones ya expuestas este libro sirve de antecedente y base para próximos puntos en nuestra investigación.

En Guatemala se presenta un plan en el 2010 titulado “Plan maestro de mantenimiento hospitalario del ministerio de salud pública y asistencia social” (Alburez, 2010), evidentemente tiene el mismo problema que los manuales vistos con anterioridad debido a que es de un país extranjero y el tema de que tiene una antigüedad de más de 10 años, sin embargo muestra las fases del plan desde su preparación, su implementación y su consolidación e institucionalización, fases que pueden ser útiles para este manual ya que si bien este no llegará a la implementación y consolidación, nos muestra algunos escenarios en hospitales al llevar acabo un cronograma de actividades, así como el financiamiento del mismo, el cual abordaremos más en los resultados de este manual.

Otro manual presentado en Colombia del 2008 titulado *Manual de protocolo de mantenimiento de equipos biomédicos para el hospital Susana López de Valencia E.S.E* (SALAZAR, 2008), este manual ve las normativas propias del país de origen lo que a los ingenieros biomédicos mexicanos nos da una idea de algunas normativas globales que se deben de seguir, pero al ser de otro país no resulta del todo útil, pero lo que nos resulta útil es como en este manual determinan el nivel de prioridad de equipo biomédico dependiendo varios factores, de lo cual hablaremos y es una de las bases de este manual en general, por lo tanto la información de este manual nos servirá como un comparativo de nuestros resultados obtenidos y de otra literatura especializada en este tema.

Existe una tesis que pudiera ser usada como antecedente, la cual fue escrita por un ingeniero no especializado en biomédica, dicha tesis de nombre *Implementación de mantenimiento preventivo/predictivo en equipo electro biomédico en el Instituto Mexicano del Seguro Social* (Doniz, 2011) fue hecha por un ingeniero industrial en el 2011, y una de sus aportaciones principales radica en el uso de estadística para la optimización de los tipos de mantenimientos, además de contar con una base de datos extensa; sin embargo, por el origen mismo de la disciplina pone en cuestionamiento la gama de habilidades requeridas para la toma de decisiones en este ámbito, por otro lado habla extensamente de temas de interés como son el costo de mantenimiento, jerarquías, técnicas de manteamiento y como era la situación hace diez años y como él planteaba resolver el problema. Todos estos temas y definiciones se verán más adelante en el manual y se volverá a plantear el tema de cuantos años tarda aproximadamente un manual en volverse obsoleto y como los problemas de hace veinte o diez años siguen persistiendo en la actualidad, de ahí radica la importancia de los antecedentes en general de este manual.

Se poseen libros y tesis destinadas a este tipo de investigación, las cuales sirven como base de datos, ya que algunas son hechas desde diferentes puntos de vista como estadísticos y organizacionales, sirviendo, así como antecedentes, pero mostrando que el enfoque de esta tesis es innovador.

3. Fundamentación teórica

3.1 Ingeniería Biomédica

Un ingeniero biomédico es un profesional capaz de aplicar varios principios con un fin específico, por lo tanto, es capaz de juntar conocimientos eléctricos, mecánicos, ópticos, entre otros, estos modifican y controlan sistemas biológicos, además de esto, tiene la capacidad de diseñar y manufacturar dispositivos capaces de monitorear funciones fisiológicas, así como el asistir el diagnóstico y el tratamiento de pacientes (Taborda, 2006).

El resultado de la aplicación de los principios y técnicas de la ingeniería al campo de la medicina, siendo una disciplina de reciente creación, que aún se encuentra en desarrollo en comparación con las demás ingenierías y las ciencias de la vida como son medicina, farmacia, biología, biotecnología entre otras, es una combinación de criterios de diseño y herramientas matemáticas, físicas y químicas, las cuales buscan resolver problemáticas enfocadas a la salud. Para poder entender más que es la ingeniería biomédica es importante hablar un poco de su historia en general, todo con el fin de entender su impacto a través de la historia; el hombre ha investigado y desarrollado artefactos que le ayuden a resolver problemáticas de salud, si bien estos eran artefactos rústicos, trataban de ayudar a aliviar una enfermedad o una condición crítica, como ejemplo claro de esto es que se han encontrado prótesis de madera en momias que datan del 1000 a.c (Fandiño, 2017).

Desde la antigüedad el ser humano se ha interesado en ayudar al prójimo con herramientas arcaicas, existiendo personas como Leonardo Da Vinci que empezaron a visualizar herramientas más sofisticadas y por lo tanto, más útiles para ciertos tratamientos, él específicamente empezó a idealizar complejos dispositivos que semejaban el movimiento humano y animal hasta concretar la idea de un “robot” de madera que pudiera explicarlos, más tarde Zacharius Jannssen inventó el microscopio, Sir Cristopher Wren fue el primero en administrar medicamentos por vía intravenosa, Williem Einthoven inventó el electrocardiograma. Todas estas personas y más lograron aportes en el área de la medicina,

sin embargo, ninguno de ellos consideró y habló de que lo que estaban haciendo era una mezcla de ingeniería y conocimientos de medicina. Fue hasta 1921 que se da el primer entrenamiento formal de ingeniería biomédica en el Instituto Oswalt de Física Médica en Frankfurt, Alemania. Después de décadas de desarrollo e investigaciones podemos decir que hoy en día en los países más desarrollados, los hospitales más sofisticados han emergido como centros de un sistema tecnológico avanzado para el cuidado de la salud (Fandiño, 2017).

Los objetivos actuales en el campo de la IB son:

- Investigación y desarrollo de nuevos materiales.
- Desarrollo de nuevos instrumentos de diagnóstico.
- Modelización por computador de sistemas fisiológicos del cuerpo humano.
- Desarrollo de programas para el análisis de datos médicos.
- Análisis de riesgos en dispositivos médicos para incrementar su seguridad y eficacia.
- Desarrollo de nuevos sistemas de diagnóstico por imagen.
- Diseño de sensores biomédicos para la medida de variables fisiológicas humanas.
- Desarrollo de sistemas expertos para el diagnóstico de enfermedades.
- Diseño de instrumentación para medicina deportiva.
- Diseño de ayudas a la comunicación para minusválidos.
- Estudio de la biomecánica del cuerpo humano (MARTÍNEZ, 2011).

El rol del ingeniero biomédico ha sido representado por muchas clases de ingenieros a lo largo del tiempo, donde se pasaban los conocimientos de manera empírica entre ellos mismos, e incluso entre técnicos no especializados. Esto implica de algún modo que muchos de ellos, han forjado más experiencia que los propios ingenieros biomédicos, por ejemplos que acaban de terminar sus estudios, aun así, dicho personal (aún especializado) es importante saber que es solo una solución momentánea, ya que, si bien estos son capaces de

solucionar los problemas presentes en la actualidad, en aquellos por venir realmente no tienen las capacidades de visionarlos o afrontarlos (Taborda, 2006).

Pese a este inconveniente, muchas veces los hospitales prefieren contratar a esta clase de personal no especializado, porque es más barato de contratar que un especialista, esto resulta contraproducente a la larga, ya que al ser solo contratado personal empírico la forma en que estos se adaptan no es realmente de la manera óptima, dejando de lado parámetros y requisitos que son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de las actuales tecnologías que son ocupadas en un hospital. Todo esto podría generar un problema más grave para el hospital, ya que, para cubrir las necesidades básicas de mantenimiento, así como las necesarias del área como la consultoría para adquisición, modificación, adaptación, habilitación, reparación y capacitación asociada a equipo médico; situación que podría incurrir en la contratación de personal no esencial y adicional (Taborda, 2006).

Es destacable decir que si bien actualmente podemos ya plantear la importancia de un ingeniero biomédico, esto no ha podido decirse en siglos anteriores a este, ya que fue hasta este siglo XXI que se empezaron a formar las primeras sociedades formales de ingenieros biomédicos en Europa y Norte América, estableciendo así nociones generales de lo que es un ingeniero biomédico, así como la esquematización de su significado y su rol dentro de la sociedad, enfocado en el ámbito del sector salud, especificando que no existen solamente para reparar equipo médico, o como técnico o personal auxiliar, si no como el experto del tema y realmente necesario para la solución de problemas más complejos.

Un ingeniero biomédico tiene conocimientos variados gracias a su educación multidisciplinaria, la ingeniería biomédica tiene también a su vez otras sub-especialidades: como la biomecánica, biosensores, análisis médicos y biológicos, ingeniería clínica, bioinformática, informática aplicada a medicina, ingeniería de la rehabilitación, modelado fisiológico, bioinstrumentación, ingeniería neuronal, ingeniería de tejidos, biotecnología, biomateriales, imagenología médica, dispositivos prostéticos y órganos artificiales. Por lo

tanto, para que un ingeniero biomédico fuera especialista en todo esto resultaría básicamente imposible (Taborda, 2006).

Un factor importante es considerar que el ingeniero biomédico es aquel que sirve como intermediario entre la tecnología médica y el usuario final de ella, este debe preocuparse por poder satisfacer las demandas del sector al cual se esté proporcionando el servicio, con base en sus conocimientos. Siendo parte de sus obligaciones, el ejercicio ético de su profesión, solucionar los problemas que se le presenten, generar ideas sostenibles y adecuadas para el medio ambiente, generar prospectiva sobre requisitos actuales y futuros, así como garantizar la calidad en el servicio que se está brindando, esto implica por supuesto la responsabilidad con los pacientes, pero también con el personal general del sector salud. (Salinas, 2014)

3.2 Ingeniería Clínica

La ingeniería clínica también es llamada ingeniería biomédica hospitalaria, la cual es una sub-especialidad de la ingeniería biomédica esta es una combinación de conocimientos científicos, tecnológicos y administrativos aplicados en equipo o dispositivos que tienen contacto directo con el paciente ya sea con fines terapéuticos o diagnósticos, estos conocimientos deben ser utilizados de manera segura y efectiva, dentro del servicios de atención de la salud (Prieto, Raúl, & Uribe, 2007).

Los ingeniero biomédico que trabajan en hospitales o clínicas también se les conoce con el nombre de ingenieros clínicos, para ser más específicos en la definición es importante recalcar que este tipo de especialistas están más enfocados y tienen las capacidades necesarias para gestionar sistemas tanto de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo; a diferencia de otros técnicos o no especialistas en el rubro, tiene tanto como la capacidad como los conocimiento para capacitar al personal que se encuentre relacionado con la instalación y a la realización de pequeños desarrollos dentro de un hospital o clínica, teniendo la capacidad de hacer una correcta relación entre el costo/beneficio de sus decisiones, asegurando que las mismas sean las óptimas. (Taborda, 2006)

Siendo así una gestión tecnológica de un hospital aplicada a un sistema de procesos que se interrelacionan para lograr el objetivo de optimizar la seguridad, la efectividad, la eficiencia y la reducción de los costos del equipamiento biomédico e instalaciones relacionados con los servicios que se ofrecen a los pacientes. Los procesos a los cuales los ingenieros clínicos aplican dichos objetivos son el mantenimiento orientado a riesgos del equipo biomédico e instalaciones, gestión de los contratos de servicios, gestión de la adquisición de las nuevas tecnologías biomédica, verificación de la seguridad eléctrica y la calibración de equipos e instalaciones, vigilancia tecnológica para equipos médicos y la gestión de riesgos, capacitación del personal que está en contacto con el equipo médico, determinación de la eficacia así como del costo-beneficio de la implementación del sistema de gestión tecnológica (Miguel-Cruz A., 2010, pág. 64).

La importancia de la ingeniería clínica recae en que no se puede concebir un sistema de atención de salud que no sea capaz de entender el comportamiento de la interrelación de los procesos antes mencionados, juntando los mismos a través de evidencia de experimentos y el análisis de datos alrededor del comportamiento de estos procesos, asegurándonos así de la excelencia en los procedimientos (Miguel-Cruz A., 2010, pág. 64).

Un gran avance en los sistemas de salud en países de primer mundo fue la incorporación al ámbito hospitalario el departamento, servicio o especialidad de Ingeniería Clínica, por lo tanto, su meta principal es brindar la mejor atención al paciente, manteniendo una buena relación costo-beneficio en los servicios del hospital, garantizar el cumplimiento de normas, coordinar nuevas inversiones, y realizar procedimientos metrologicos de verificación para la instrumentación biomédica, es importante recalcar que dentro de las instituciones (hospitales y clínicas) se le puede llamar a este departamento como departamento de mantenimiento, ingeniería biomédica o equipos médicos, ocupando a los ingenieros clínicos en áreas como mantenimiento, compras, metrología o tecnovigilancia (Collazos, García, Ladino, Cano, & González, 2015).

La Ingeniería Clínica emerge como una disciplina híbrida que responde a las necesidades de optimización de la capacidad tecnológica de las instituciones de salud, como resultado de la incorporación de nueva tecnología médica en los servicios médicos y de aquí la importancia de incorporar ingenieros clínicos al medio hospitalario, para desarrollar procedimientos para el uso seguro de la tecnología, con el fin de obtener la más alta calidad en los resultados diagnósticos, de tratamiento y rehabilitación de los pacientes (Posadas, 2007).

3.3 Hospitales

3.3.1. Normas y acreditaciones. La siguiente información está basada en el MANUAL para la acreditación de establecimientos y servicios de atención médica, elaborado por la Secretaria de Salud a nivel federal.

La salud es un valor fundamental en la vida de todo ser humano y una condición esencial para su desarrollo; también es uno de los pilares en los que cualquier Estado debe sustentar su crecimiento y estabilidad; ya que es un bien público que el Estado mexicano reconoce como tal en el artículo 4o, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, por lo tanto, el Estado tiene la obligación de llevar acabo las acciones necesarias para que las prestaciones médicas que componen el derecho a la protección de la salud, sean eficientes, efectivas de calidad y de trato digno, siendo la meta que el derecho pueda ser ejercido con plenitud y no sea solo una aspiración.

Para poder aspirar a una acreditación en salud se deben tener en cuenta varios puntos, entre ellos está la atención que se le da al paciente, a los familiares del mismo, los derechos a la información, la mejora continua y respetar la privacidad de los usuarios.

El artículo 4o de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece el Derecho Humano a la protección de la salud y prevé la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general. Los requerimientos mínimos, el proceso en sus distintas fases, así como los criterios e instrumentos para evaluar con fines de

acreditación y re acreditación de los establecimientos prestadores de servicios en materia de infraestructura, recursos y procesos que garanticen la calidad técnica (Salud, 2016).

De conformidad a lo dispuesto en los artículos 26 y 27 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Protección Social en Salud, para que un establecimiento de atención a la salud sea incorporado como prestador del Sistema de Protección Social en Salud, deberá contar con el dictamen de acreditación que emita la Secretaría de Salud, como consecuencia de la aplicación del proceso de evaluación que se establezca en el manual que para tal efecto emita dicha Dependencia del Ejecutivo Federal (Salud, 2016).

La acreditación y las normativas tienen como objetivo construir un proceso que garantiza la calidad, la cual se asegura a través de la autoevaluación y la evaluación externa a los establecimientos de salud, con el objetivo de constatar que cumplen satisfactoriamente con los criterios definidos de Capacidad, Seguridad y Calidad, así como con un enfoque de gestión por procesos, para satisfacer las necesidades de los usuarios y garantizar.

Si el Estado garantiza la satisfacción de las necesidades en salud de cada persona, mediante el mantenimiento y funcionamiento de los servicios necesarios para la atención médica con calidad, estará cumpliendo con una responsabilidad fundamental para construir una sociedad justa, sana y productiva.

NOM 016-SSA-2012 y Modelos de Recursos para la planeación de unidades médicas de la Secretaría de Salud. La NORMA Oficial Mexicana NOM-016-SSA-2012 es aquella que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médico especializada. Se publicó el 22 de junio del 2010 en el Diario Oficial de la Federación (DOF) en cumplimiento a la aprobación del mismo por parte del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Innovación, Desarrollo, Tecnologías e Información en Salud; de conformidad con lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, a efecto de que en los siguientes 60 días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Innovación, Desarrollo, Tecnologías e

Información en Salud (Mexicana, 2010). Dentro de esta NORMA se encuentran las disposiciones generales aplicables a los establecimientos para la atención médica hospitalaria, así como las concordancias generales con normas internacionales.

Esta NORMA es indispensable para este trabajo de investigación, ya que en ella se encuentran contenido en sus apéndices el equipo mínimo necesario en las diversas áreas de un hospital de segundo nivel, las cuales están incluidas en los apéndices de este trabajo igualmente, enfocándose únicamente en los equipos electro médicos, si se quisiera ver todo el equipamiento general, se podría dirigir a los apéndices mismos de la NOM 016-SSA-2012.

La norma establece las características mínimas. Esta investigación se basó principalmente en los Modelos de Recursos para la planeación de unidades médicas de la Secretaría de Salud del 2010, el cual fue creado para atender las necesidades de salud de la población, ya que es necesario que los servicios de salud estén organizados considerando criterios técnicos y de habilidades del personal, aquí es donde radica la importancia de la planeación de los mismos.

Por lo tanto, este modelo tiene como propósito ser un referente institucional que guíe la definición de los recursos y contribuya a disminuir la discrecionalidad en la toma de decisiones, pero es importante dejar en claro que al ser solo un modelo no es una disposición o mandato, por lo tanto, a partir de ellos se pueden alinear las especificaciones de necesidades y la evaluación de la operación de las unidades médicas de la Secretaría de Salud del Gobierno Mexicano (Gobierno Federal, 2010).

Esta NORMA tiene la siguiente estructura general:

0. *Introducción:* Dentro de la introducción menciona la responsabilidad que tiene Secretaría de Salud para garantizar a la población el cumplimiento del derecho a la salud, que se establece en la Constitución Política de los Estados Unidos, por lo que visualiza la necesidad de una norma que emita y mantenga vigentes las disposiciones regulatorias que permita contar con un marco de referencia el cual

haga posible homogeneizar criterios y homologar diversas y complejas características mínimas para establecimientos de atención a la salud, mostrando funcionamiento, infraestructura, recursos humanos y tecnológicos básicos para los mismos, haciendo que tanto prestadores de este tipo de servicios públicos y privados aseguren a sus usuarios calidad, seguridad y eficiencia.

1. *Objetivo:* Esta norma tiene por objeto establecer las características mínimas de infraestructura y equipamiento para los hospitales, así como para los consultorios de atención médica especializada.
2. *Campo de aplicación:* Esta norma es de observancia obligatoria para todos los establecimientos hospitalarios de los sectores público, social y privado, cualquiera que sea su denominación, que tengan como finalidad la atención de pacientes que se internen para su diagnóstico, tratamiento médico, quirúrgico o rehabilitación; así como para los consultorios de atención médica especializada de los sectores mencionados.
3. *Referencias:* Como referencias toman en cuenta otras Normas Oficiales Mexicanas, las cuales son más específicas para el medio ambiente, instalaciones eléctricas, hidráulica y para procedimientos específicos dentro de un hospital, no específicamente para los equipos biomédicos utilizados.
4. *Definiciones y abreviaturas:* Nos explica definiciones de áreas, centrales, consultorios, tipos de cuartos, enchufes, filtros, infraestructura, laboratorios, programas, unidades, servicios y abreviaturas más utilizadas dentro de hospitales.
5. *Disposiciones generales aplicables a los establecimientos para la atención médica hospitalaria:* En este apartado nos mencionan que los establecimientos para la atención médica deben contar con licencia sanitaria, también con un responsable sanitario, el cual a su vez tiene responsabilidades muy específicas, así mismo la construcción, ampliación, rehabilitación, acondicionamiento y equipamiento de los establecimientos para la atención médica hospitalaria, requiere de permiso sanitario de construcción, de conformidad con lo que establecen, así como dentro del hospital deberán tener delimitadas unidades, áreas, servicios y locales, por otro lado, también habla que para la construcción de un establecimiento de este tipo se deberán utilizar

materiales que cumplan con las especificaciones, esto junto con normas acerca de todas sus instalaciones eléctricas, hidráulicas y de gases para hacer seguro el hospital, también dentro de este apartado se habla de que el hospital debe tener facilidad de arribo, entrada, salida y traslado, contando con la señalización pertinente, además de contar con un mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura física como tal. De este apartado el punto más significativo es que habla acerca del mantenimiento preventivo y correctivo del equipo médico, electro médico y de alta precisión, deberá llevarse a cabo de acuerdo con los estándares recomendados por el fabricante, su vida útil y las necesidades de la unidad hospitalaria, dichas acciones, deberán ser registradas en las bitácoras correspondientes, por lo que vemos que para la Norma Oficial Mexicana el mantenimiento de equipo médico y electro médico es de relevancia.

6. *Infraestructura y equipamiento de hospitales:* Este es uno de los apartados más relevantes para nuestra tesis ya que habla de las disposiciones de infraestructura y equipamiento, aplicarán en lo general, de acuerdo con el tipo de hospital, grado de complejidad y capacidad de resolución que define el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de prestación de servicios de atención médica y en lo particular, con las especificadas en esta norma, habla de la infraestructura que se necesita en las distintas áreas del hospital como el mobiliario, equipo médico y equipo electro biomédico, el cual está más detallado en los apéndices de la NORMA, para propósitos de esta investigación se verán más a detalle en caracterización de hospitales y en apéndices propios de esta investigación.
7. *Disposiciones generales aplicables a consultorios de atención médica especializada:* Los consultorios de atención médica especializada de un hospital o ligados a él, quedan amparados por la licencia sanitaria o el aviso de funcionamiento y por el responsable sanitario del hospital, según corresponda. Dentro de este apartado también especifican los requisitos de los consultorios independientes o no ligados a un hospital, habla acerca de su infraestructura y de los tipos de consultorios existentes, así como las disposiciones específicas por tipo de consultorio y especialidad.

8. *Del hospital seguro:* Los hospitales en su funcionamiento, deberán considerar los criterios y requerimientos establecidos en el programa que en materia de seguridad hospitalaria se encuentre vigente, para el establecimiento o fortalecimiento del índice de seguridad que contribuya a reducir la vulnerabilidad y a garantizar el funcionamiento ininterrumpido, durante y después de alguna emergencia o desastre ocasionado por fenómenos de origen natural o antropogénico, de conformidad con lo que se establece en el Apéndices de la NORMA. Dentro de este apartado habla sobre la importancia de contar con manuales de procedimientos y de organización específicos para el manejo de emergencias, contingencias, así como desastres internos o externos, ocasionados por fenómenos de origen natural o antropogénico, con la finalidad de que se mantengan accesibles y funcionando en su máxima capacidad instalada.
9. *Concordancia con normas internacionales y mexicanas:* Esta norma no tiene concordancia con ninguna norma internacional ni mexicana.
10. *Bibliografía:* Como bibliografía toma criterios normativos, guías, leyes, códigos nacionales de electricidad, Normas de proyectos, Permisos Sanitarios, reglamentos y el libro blanco del Instituto de Ingenieros en Electricidad y electrónica.
11. *Vigilancia:* La vigilancia de la aplicación de esta norma, corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en el ámbito de sus respectivas competencias.
12. *Vigencia:* Esta norma, entrará en vigor a los 60 días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación (Gobierno Federal, 2010).

3.3.2. Caracterización de hospitales. En el siglo IV d.C. el concepto de hospital se refería a un lugar donde los pacientes podían ser tratados por médicos con equipo especializado, empezando su desarrollo en algunos lugares del Imperio Romano, para más tarde llegar al Occidente, volviéndose lugares especializados en materias diferenciadas y separadas una de las otras en distintas áreas (Fandiño, 2017)

El hospital es la célula fundamental de la prestación de los servicios de salud en cualquier sociedad y se comporta como una empresa productora de servicios hospitalarios, con una función de producción y una serie de entradas que son transformadas en el proceso, lo que da como resultado un producto hospitalario, el cual a su vez busca la salud en los individuos, lo que significa que estos entren en equilibrio con el medio que los rodea (Cortés-Martínez, 2010).

Un hospital es una parte integrante de una organización médica y social cuya misión es proporcionar a la población una asistencia médico-sanitaria completa, tanto curativa como preventiva y cuyos servicios llegan hasta el ámbito familiar, además de esto también es considerado un centro de información de personal sanitario y de investigación bio-social, también se señala que un centro hospitalario, debe de promocionar la salud, prevenir enfermedades, promover la investigación y la docencia (Lama, 2008).

Existen cuatro niveles de acción de la Salud Pública entre los cuales se encuentra, la promoción, protección, recuperación y la rehabilitación, los dos primeros se encuentran en el campo preventivo y los dos últimos al campo de la asistencia médica, sin embargo, un hospital además de tener niveles de acción también tiene funciones específicas como son (Guevara, 2022):

- 1) Reparación de la salud.
 - a) Diagnóstico: En los servicios de consultorios y en los de hospital.
 - b) Tratamiento curativo y paliativo de la enfermedad, con inclusión de las intervenciones médicas, quirúrgicas y especiales.
 - c) Readaptación física, mental y social.
 - d) Asistencia en casos de urgencia: accidentes y enfermedades.
- 2) Prevención de la enfermedad.
 - a) Vigilancia del embarazo y de parto normales.
 - b) Vigilancia del crecimiento normal del niño y del adolescente.
 - c) Lucha contra las enfermedades transmisibles.

- d) Prevención de las enfermedades de larga duración.
 - e) Prevención de la invalidez mental y física.
 - f) Educación sanitaria.
 - g) Higiene del trabajo.
- 3) Funciones educativas.
- a) Estudiantes de Medicina.
 - b) Licenciados; especialistas y médicos generales.
 - c) Enfermeras y parteras.
 - d) Asistentes sociales.
 - e) Otras profesiones afines.
- 4) Investigaciones.
- a) Aspectos físicos, psíquicos y sociales de la salud y de la enfermedad.
 - b) Métodos técnicos y administrativos del hospital (Guevara, 2022).

Los hospitales como empresa combinan factores de producción y produce el servicio de asistencia sanitaria tomando en cuenta los factores que utilizan que son: los recursos humanos (médicos, enfermera, ingenieros, entre otros), equipo capital (inmuebles, quirófanos, equipos radiológicos, entre otros) y materias primas (productos farmacéuticos, reactivos, comidas, entre otros). Esto lo logra disponiendo de capital fijo y capital circulante como cualquier otra empresa, de ahí que requiera un proceso de producción que igualmente exige una gestión eficiente del mismo (Tejeiro, 2000).

Es importante entender que todo hospital debe tener un cuerpo directivo que tienen la función de organizar, controlar y coordinar la institución, estos órganos de dirección más habituales son:

- Gerencia: Funge como la máxima autoridad y responsabilidad dentro del hospital, el cual cuida de que se consigan los objetivos del hospital.
- Dirección médica: Es el máximo responsable de la asistencia clínica, muchas veces cuando no se posee la gerencia el director médico realiza esta función.

- Dirección de enfermería: Responsable de la asistencia de enfermería.
- Dirección de gestión o administrativa y servicios generales: Responsable de las actividades económico-administrativas y de soporte del hospital.

En cada una de estas direcciones se encomiendan las funciones y las responsabilidades de gestionar tanto los recursos humanos como los materiales, los cuales se asignan como objetivo de cada uno de los servicios y unidades que tiene adscritos (Lama, 2008).

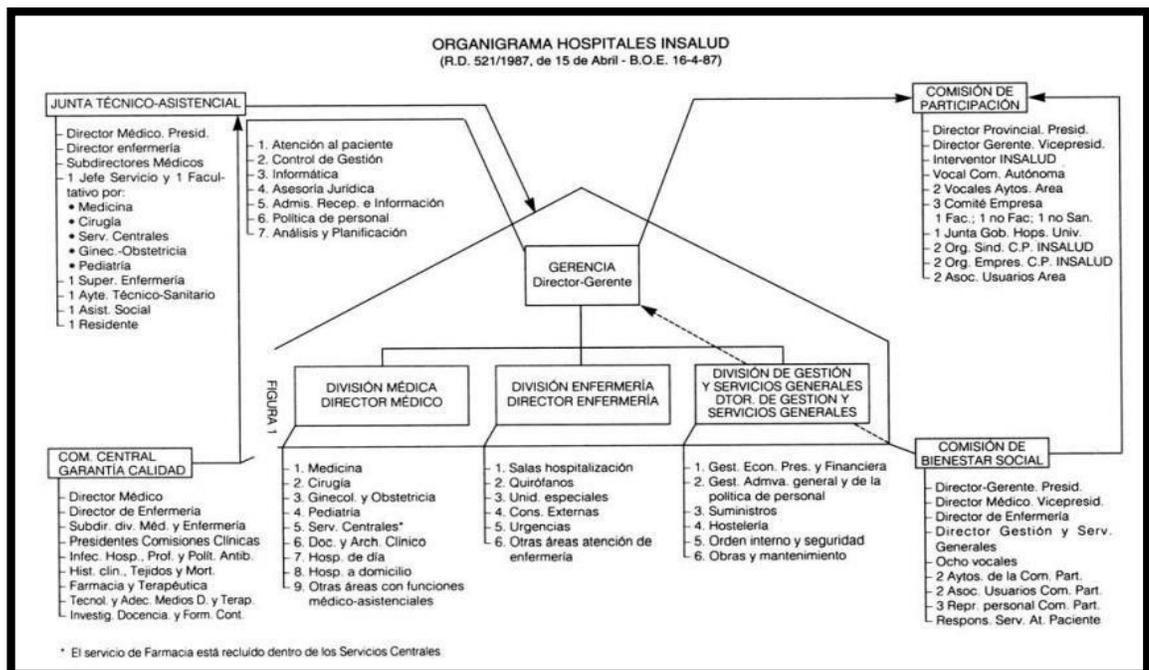


Figura 1. Organigrama de los hospitales del Insalud (R.D. 521 / 1987). Fuente: Cortesía del Dr. D. Miguel Ángel Asenjo.

El Sistema de Salud en México está integrado por tres niveles de atención, los cuales tienen las siguientes características (Dr. Vignolo Julio, 2011):

- Hospitales del primer nivel: Esta clase de hospitales se encargan de la prevención, educación para la salud, diagnóstico y tratamiento de padecimientos sencillos, así como el seguimiento de casos recibidos de otros niveles de atención, promoción del saneamiento y mejoramiento del ambiente, esta clase de hospitales se apoya en los niveles superiores a donde remite temporalmente a los pacientes. Por lo tanto, su

objetivo principal es preservar y conservar la salud de la población, para esto se usan recursos simples y medicina general. Es el primer nivel de contacto de los individuos con el sistema nacional de salud, llevando lo más cerca posible la atención de salud al lugar donde residen y trabajan las personas, es el de mayor cobertura, pero menor complejidad. Su recurso humano lo constituyen entre otros: médicos y odontólogos generales, enfermeras, nutricionistas, psicólogos, asistentes sociales y técnicos.

- Hospitales de segundo nivel: Este nivel de atención realiza actividades de restauración a la salud con atención a daños poco frecuentes y de mediana complejidad, los pacientes de los hospitales de primer nivel en caso de que se complique el padecimiento, también se encarga de las urgencias médico y quirúrgicas, tiene un control sanitario de la contaminación ambiental, con apoyo del laboratorio. Son aquellos que cuentan con 30 o más camas censables. Por lo tanto, está orientado a un segmento menor de la población, está estrechamente relacionado con los Servicios Clínicos de los Hospitales, es decir, con las especialidades, requiriendo de unidades de apoyo Diagnóstico más complejas como son laboratorio, imagenología, patología, entre otros, en general no tiene contacto directo con la comunidad y sirve como un puente entre el nivel primario para devolver los casos resueltos y con el terciario cuando la complejidad así lo requiere. Su recurso humano está representado por especialistas.
- Hospitales de tercer nivel: Se encarga de las actividades de restauración y rehabilitación de la salud de los pacientes que presentan padecimientos de alta complejidad de diagnóstico, son los derivados por los hospitales de otros niveles de atención. A nivel ambiental se ejercen acciones normativas y de monitoreo de la contaminación que requieren de tecnología especializada. Son aquellos que cuentan con 100 o más camas censables. Representado por los establecimientos con condiciones para realizar acciones bajo régimen de hospitalización además también se encarga de la investigación y docencia en salud, en la oferta de servicios de salud de tercer nivel aplica los Institutos Nacionales, Hospitales Regionales de Alta Especialidad y Hospitales Federales de Referencia.

Un hospital de segundo nivel está caracterizado con base en la norma NOM-197-SSA1 2000, la norma establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada, esta fue realizada en el año 2000 (Nacional, Unidos, & Secretaría, 2000).

La NOM-197-SSA1-2000, caracteriza a las áreas de un hospital como una superficie comprendida dentro de un perímetro donde se tiene mobiliario y equipo para realizar acciones específicas. Estas se clasifican en:

- Área blanca: Zona restringida correspondiente a la sala de operaciones y al pasillo de acceso al personal de salud a ésta, en donde se encuentran los lavabos para cirujanos.
- Área de descontaminación: Espacio donde se asea al paciente el cual está ingresando a urgencia.
- Área gris: Zona semirestringida donde se ingresa al paciente a través de un área de transferencia a la camilla que lo transporta a la sala de operaciones, así como la zona de recuperación, esta zona incluye áreas de anestesia y enfermería.
- Área negra: Zona no restringida, externa a la unidad quirúrgica.
- Área de hidratación: Espacio destinado a proporcionar cuidados en el proceso de administración de soluciones por vía oral al paciente pediátrico.
- Área de transferencia: Espacio de transición que dispone de un elemento físico de separación, entre áreas con diferentes condiciones de asepsia que controla el paso de pacientes y de personal de salud en condiciones especiales.
- Área para enseñanza e investigación: Espacio donde se coordinan, promueven, evalúan y realizan algunas de las actividades académicas, docentes y se planean los proyectos de investigación, definiendo y seleccionando los temas de interés.
- Área tributaria: Espacio adyacente a un mueble, equipo o accesorio, que debe permanecer libre de objetos que obstruyan el paso de personas, así como las actividades del médico o personal de la atención médica.

Nos interesa en particular los servicios que ofrece los hospitales de segundo nivel en los cuales se busca la prevención de enfermedades (vacunas, vigilancia epidemiológica, intrahospitalario y extra hospitalaria, planificación familiar), referencia a otro nivel superior y proporciona servicios en investigación en epidemiología, clínica. Los servicios de salud que se ofrecen más en específicamente son los siguientes:

- Radiología (Apéndice A)
- Ultrasonido (Apéndice B)
- Cirugía general y buco-dentomaxilar (Apéndice C)
- Dermatología (Apéndice D)
- Gineco-obstétrica (Apéndice E)
- Neumología (Apéndice F)
- Otorrinolaringología (Apéndice G)
- Pediatría (Apéndice H)
- Oftalmología (Apéndice I)
- Urgencias (Apéndice J)
- Central de equipo y esterilización (Apéndice K)
- Hospitalización (Apéndice L)
- Ortopedia y traumatología (Apéndice M)
- Nutriología (Apéndice N)
- Neurología (Apéndice Ñ)
- Proctología (Apéndice O)
- Urología (Apéndice P)
- Psiquiatría

3.4 Equipos biomédicos

Un equipo biomédico según la Organización Mundial de la Salud (OMS) es “un dispositivo médico que requiere calibración, mantenimiento, reparación, capacitación de los usuarios y retirada del servicio, actividades gestionadas normalmente por ingenieros clínicos. El equipo médico se usa específicamente para el diagnóstico, el tratamiento o la

rehabilitación de una enfermedad o lesión, ya sea solo o junto con accesorios, material fungible (también conocido como material consumible) u otros equipos médicos. No se consideran equipos médicos los dispositivos médicos implantables, desechables o de un solo uso” (Tecnolog & Salud, 2018).

Existen otras definiciones en las cuales se toma a un dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos e hidráulicos y/o híbridos, los cuales requieren una fuente de energía, esto incluye programas que intervengan para que puedan funcionar correctamente, siendo un equipo cuyo diseño y nivel tecnológico es utilizado específicamente en una aplicación clínica específica (diagnóstico, monitoreo, soporte, tratamiento, y/o rehabilitación) (Tecnolog & Salud, 2018).

Se considera un equipo biomédico aquel que tiene como propósito diagnóstico, prevención, monitoreo, tratamiento o alivio de la enfermedad; diagnóstico, prevención, monitoreo, tratamiento, alivio o compensación de una lesión; investigación, reemplazo, modificación o soporte de la anatomía o de un proceso fisiológico; soporte o mantenimiento de la vida; control de la concepción; y desinfección de dispositivos médicos, también se puede decir que es todo equipo con diseño y nivel tecnológico especializado para una aplicación clínica específica (EsSalud, 2018).

Existen equipos que pueden ser considerados equipos biomédicos según lo establecido en cada país, pero que no representan el enfoque global puesto que no existe una estandarización de los mismos, ejemplo de esto son:

- a) Medios para personas discapacitadas o impedidas físicamente.
- b) Dispositivos para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y lesiones en animales.
- c) Accesorios para dispositivos médicos.
- d) Sustancias para la desinfección.
- e) Dispositivos que incorporan tejidos animales y humanos, los cuales pueden cumplir los requisitos definidos, pero que están sujetos a diferentes controles.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-241-SSA1-2018, 2019 se pueden hacer seis categorías grandes en los cuales se divide el sector de los dispositivos médicos en México con base a su función y finalidad de uso, las cuales son:

- I. *Equipo médico*: Son los aparatos, accesorios e instrumental para uso específico destinados a la atención médica, quirúrgica o a procedimientos de exploración, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de pacientes, así como aquellos para efectuar actividades de investigación biomédica.
- II. *Prótesis, órtesis y ayudas funcionales*: Aquellos dispositivos destinados a sustituir o complementar una función, un órgano, o un tejido del cuerpo humano.
- III. *Agentes de diagnóstico*: Todos los insumos incluyendo antígenos, anticuerpos calibradores, verificadores o controles, reactivos, equipos de reactivos, medios de cultivo y de contraste y cualquier otro similar que pueda utilizarse como auxiliar de otros procedimientos clínicos o paraclínicos.
- IV. *Insumos de uso odontológico*: Todas las sustancias o materiales empleados para la atención de la Salud dental.
- V. *Materiales quirúrgicos y de curación*: Los dispositivos o materiales que adicionados o no de antisépticos o germicidas se utilizan en la práctica quirúrgica o en el tratamiento de las soluciones de continuidad, lesiones de la piel o sus anexos.
- VI. *Productos higiénicos*: Los materiales y sustancias que se apliquen en la superficie de la piel o cavidades corporales y que tengan acción farmacológica o preventiva.

3.4.1. Tipos de equipos biomédicos. Existen 5 categorías de equipos médicos, independientemente de su historia de servicio, esta clasificación está basada en el Modelo de Fennigkoh y Smith la cual está hecha de la siguiente manera (Monitoreo Social del Consenso de Montevideo Sobre Población y Desarrollo, 2015):

- a. *Equipo de diagnóstico*: Son equipos cuyo propósito es conocer las condiciones de salud en los pacientes.
- b. *Equipo terapéutico*: Este tipo de tratamiento es aquellos que proporcionan tratamientos directos con fines totalmente terapéuticos.

- c. Instrumentos quirúrgicos: Son aquellos quipos usados dentro de las salas de operaciones para lograr la precisión y el resultado deseado, dentro de esta rama existen las siguientes categorías:
 1. Instrumentos de corte
 2. Instrumentos de contenido
 3. Piezas hemostáticas
 4. Retractores
 5. Accesorios e implantes
- d. Equipo médico duradero: Son aquellos equipos que mejoran la calidad de vida de los pacientes, todos son de larga duración y acompaña al paciente y sus familiares durante la estadía en el hospital.
- e. Equipo biomédico: Los equipos de prueba biomédica se utilizan para comprobar el flujo exacto de diversos equipos médicos.

También es posible realizar una clasificación en relación a su seguridad escrita por el International Electrotechnical Commission (IEC) (Thevenet, 2008) esto con el fin de evitar o minimizar el peligro de descarga eléctrica o choque eléctrico del paciente o del personal que esté en contacto con dicho equipo, dependiendo de la aplicación que se quiera dar al equipo existen diversos tipos de protecciones y distintos niveles de seguridad de equipo médico entre los cuales se encuentran:

- Equipo médico clase I: Este tipo de equipo médico es aquel que representa un bajo riesgo, ya que son fácil de manipular, no se introducen al organismo y no protege o mantiene la vida del paciente, básicamente su único objetivo es la prevención del deterioro de la salud humana por lo que no representa un riesgo de potencial razonable, es decir, no genera enfermedad o lesión.
- Equipo médico clase II a: Equipos médicos los cuales representan un riesgo moderado, esto debido a que en su fase de fabricación se atienen a controles especiales que demuestran su seguridad y efectividad.
- Equipo médico clase II b: Estos equipos médicos son aquellos de un alto riesgo, estos equipos médicos son aquellos que se introducen al cuerpo, pero mantienen

dentro menos de 30 días, es indispensable que este tipo de equipos posean terminal de tierra, siendo utilizada como tierra funcional y no como tierra de protección.

- Equipo médico clase III: Equipo médico que representa muy alto riesgo, ya que requiere controles muy específicos estos con el fin de proteger, mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, si este tipo de equipos falla genera una enfermedad o lesión. Se introducen al organismo y permanecen dentro de este por más de 30 días. (Metamorfismo, 1988)

Otra clasificación que es posible realizar esta descrita por el riesgo que representa su uso, esta clasificación es específica de México ya que es explicada por la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-241-SSA1-2018, de buenas prácticas de fabricación de dispositivos médicos, es decir, esta norma tiene como objeto establecer los requisitos mínimos para los procesos, diseño, desarrollo, fabricación, almacenamiento y distribución .de Dispositivos Médicos, con el fin de que cumplan consistentemente con los requerimientos de calidad, seguridad y funcionalidad para ser utilizado por el consumidor final o paciente. Más particularmente las buenas practicas aplican desde el acabado sanitario, las acciones correctivas y preventivas, acondicionamiento, acuerdo técnico, aguas residuales, almacenamiento, análisis de riesgo, el área que ocupe, el área aséptica, calidad, auditoria, biocarga, bioterio, prácticas de almacenamiento y distribución, prácticas de fabricación, calidad, calibración, calificación de ejecución o desempeño, calificación de diseño, operación, capacitación, certificado de análisis y conformidad, ciclo de vida, condiciones de almacenamiento, condiciones dinámicas, condiciones estáticas, contaminación, contaminante, control de cambios, control en procesos, criterio de aceptación, cuarentena y desviación o no conformidad del equipo a evaluar.

Los dispositivos médicos se clasifican, de acuerdo con el riesgo que representa su uso, de la siguiente manera:

- Clase I: Dispositivos Médicos conocidos en la práctica médica cuya Seguridad y eficacia están comprobadas y que generalmente no se introducen en el organismo.
- Clase II: Dispositivos Médicos conocidos en la práctica médica y que pueden tener variaciones en el material con el que están elaborados o en su concentración y, generalmente, se introducen al organismo permaneciendo menos de treinta días.
- Clase III: Dispositivos Médicos nuevos o recientemente aceptados en la práctica médica, o bien que se introducen al organismo y permanecen en él, por más de treinta días (Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-241-SSA1-2018, 2019).

3.4.2. Priorizar equipos biomédicos. Para poder realizar una gestión de equipo biomédico correcta es importante priorizar los equipos médicos, la manera más utilizada para hacer esto es basándonos en el riesgo (riesgo de muerte, riesgo de lesión del paciente, riesgo de un mal tratamiento, riesgo de un mal diagnóstico, riesgo a daño del equipo o un riesgo básicamente insignificante)

Esta manera de priorizar establece criterios basados en los modelos de Fennigkon y el Smith, los cuales asignan valores numéricos a cada tipo de equipo, esto dependiendo de su función, aplicación clínica, los requisitos para su mantenimiento y sus antecedentes, cada uno de estos parámetros en suma hacen el número de gestión del equipo (GE), que es el que nos permite priorizar un equipo biomédico de la manera correcta. (Médicos, 2012)

$$\text{Número GE} = \# \text{Función} + \# \text{Aplicación} + \# \text{Mantenimiento} + \# \text{Antecedentes}$$

A continuación, explicaremos el número que se le puede dar a un equipo según su función.

Tabla 1

Función de Equipo

Categoría	Descripción de la función	Ejemplos	Puntuación
Terapéutico	Equipo de apoyo vital	Las máquinas de anestesia,	10
	Equipo e instrumentos para la cirugía y cuidados intensivos	los ventiladores, respiradores, los monitores de signos vitales, los desfibriladores, los	9
	Equipo para fisioterapia y tratamiento	marcapasos exteriores, las incubadoras, las bombas de infusión	8
Diagnóstico	Control de cirugía y cuidados intensivos	Los equipos de rayos X, los ecógrafos, los equipos de	7
	Control fisiológico adicional y diagnóstico	medicina nuclear, los tomógrafos axiales computarizados, los equipos de resonancia magnética nuclear, los ultrasonidos, los electrocardiógrafos, los electroencefalógrafos, los capnógrafos	6
Analítico	Análisis del laboratorio	Los medidores de acidez	5
	Accesorios del laboratorio	base, centrífugas, balanzas, baños de maría, analizadores de química	4
	Computadoras y afines	sanguínea,	3

		microscopios, refrigeradores para banco de sangre	
Otros (Prevención, rehabilitación)	Otros equipos relacionados con el paciente	Terapia respiratoria, los nebulizadores,	2

Fuente: Sen Salinas Diana Antonieta (2015, s.p)

A continuación, se explica el número que se le puede dar a un equipo según su riesgo físico asociado con la aplicación clínica, esto quiere decir que si falla el equipo que daño le puede causar al paciente.

Tabla 2

Riesgo físico asociado con aplicación clínica

Descripción del riesgo durante el uso	Puntuación
Riesgo de muerte del paciente	5
Posible lesión del paciente o el operador	4
Tratamiento inapropiado o error de diagnóstico	3
Daño al equipo o riesgo mínimo	2
Sin riesgo significativo identificado	1

Fuente: Sen Salinas Diana Antonieta (2015, s.p)

A continuación, se explica el número que se le puede dar a un equipo según los requisitos de mantenimiento que requieran los equipos médicos, es decir que describe el nivel y la frecuencia del mantenimiento, de acuerdo con las indicaciones del fabricante o experiencia

acumulada, para más información sobre el mantenimiento ver el capítulo de tipos de mantenimientos.

Tabla 3

Mantenimiento

Requisitos de mantenimiento	Puntuación
Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periódicos	5
Superiores al promedio	4
Usuales o promedio: verificación de funcionamiento y pruebas de seguridad	3
Inferiores al promedio	2
Mínimos: inspección visual	1

Fuente: Sen Salinas Diana Antonieta (2015, s.p)

A continuación, explicaremos el número que se le puede dar a un equipo según los antecedentes de problemas del equipo, esto reúne toda la información de reparaciones que se dispone del equipo.

Tabla 4

Antecedentes de problemas del equipo

Promedio de averías del equipo	Factor
Significativo: Más de una cada seis meses	+2
Moderado: Una cada 6-9 meses	+1

Usual: Una cada 9-18 meses	0
Mínimo: una cada 18-30 meses	-1
Insignificante: menos de una en los 30 meses anteriores	-2

Fuente: Sen Salinas Diana Antonieta (2015, s.p)

De este cálculo depende el índice de mantenimiento preventivo IPM:

$$IPM = \text{Número } Ge^* (t/T)$$

En la ecuación podemos ver que el número GE calculado, se multiplica por t sobre el tiempo transcurrido desde la última intervención entre T que es el tiempo mínimo entre inspecciones o mantenimientos preventivos, el cual es establecido por el fabricante o por la experiencia del mantenimiento del hospital. (E. Rodríguez, 2010)

Para la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos se establecen prioridades mediante clasificaciones que consideran el valor y la complejidad del equipo como ya mencionamos en las tablas anteriores, para hacer estas priorizaciones existen varias clasificaciones posibles, una de ellas fue la descrita anteriormente, pero existen otras como son por vital, esencial y no esencial.

- *Vital*: Son ítems cruciales para la provisión de los servicios básicos dentro del hospital, por lo que en teoría deberían de estar en funcionamiento en todo momento, ejemplo de esta clase de equipos son luces de salas de operación, ventiladores, equipos de hemodiálisis entre otros.
- *Esencial*: Se les considera equipos importantes, pero no cruciales para dar servicios básicos de salud, existe cierta tolerancia a que estén fuera de operación un tiempo, ejemplo de ellos son equipo de succión, compresor de equipo odontológico.
- *No esenciales*: No son equipos cruciales para ofrecer servicios de salud, si no están en funcionamiento es posible adaptarse, ejemplo de esto son: revelador de placas radiográficas.

Como nota de cualquier clasificación es importante recalcar que un mismo equipo es capaz de tener varias clasificaciones dependiendo en que área del hospital se encuentre, ejemplo de esto podría ser un microscopio el cual es vital en el área de laboratorio central, pero no es esencial en el área de consulta externa (Alatrística, 2011).

Tomando en cuenta las variables antes mencionadas se debe revisar el estatus del equipo, es decir, si el equipo es propio del hospital o se encuentra en comodato, en caso de que el equipo sea propio debemos revisar su contrato de mantenimiento en caso de tener este tipo de contrato, se llamará de inmediato al contratista responsable del mismo, en caso de no ser así se le dará atención interna al equipo, en caso de que el equipo este en comodato se llamará al proveedor el cual se encargara del mismo, en todos los casos es importante especificar el tipo de servicio que se realizó al equipo, esto significa si fue una reparación parcial, total o simplemente un cambio de insumos o si se compró refacciones para el mismo, este proceso es explicado en la Figura 2.

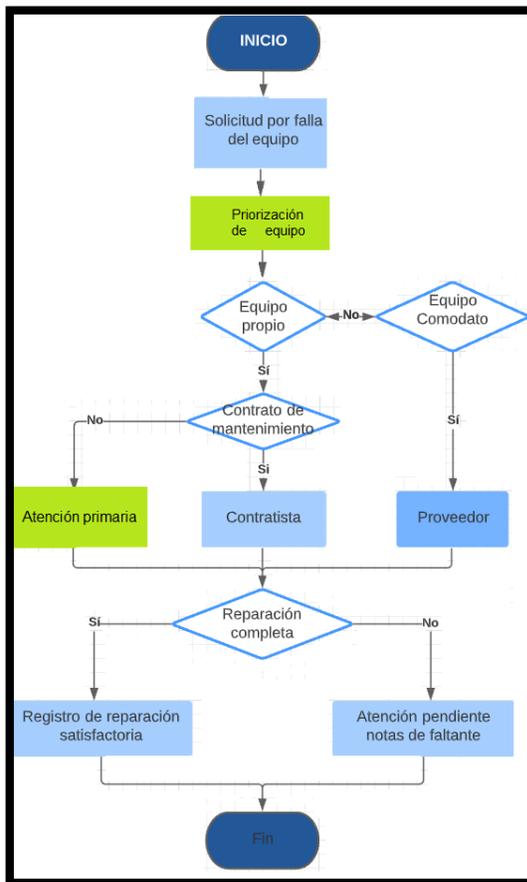


Figura 2. Diagrama de flujo para la gestión de mantenimiento correctivo.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de este diagrama ya se profundizó en cómo se prioriza el equipo médico con las ecuaciones explicadas con anterioridad, pero también es importante profundizar como se hace una atención interna privada, para asegurarnos que el proceso interno sea efectuado de manera correcta, con el fin de que el equipo sea usado de manera correcta, en la Figura 3. Se muestra con exactitud los pasos a seguir dentro de un mantenimiento correctivo interno, es decir, de un equipo que no tiene contrato y pertenece al hospital (D.F. Primero, 2015).

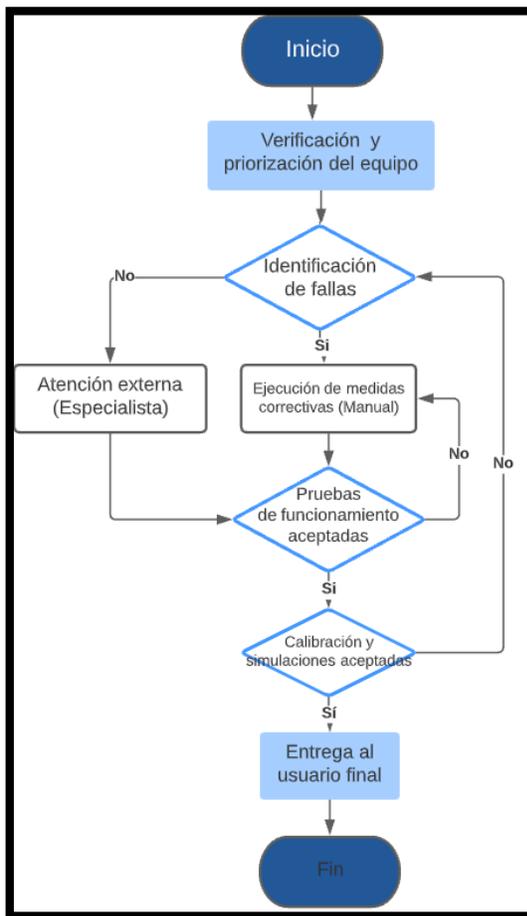


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de atención interna.

Fuente: Elaboración propia

3.5 Gestión del departamento biomédico.

El departamento de ingeniería biomédica es el responsable de la gestión y el mantenimiento de los dispositivos médicos, tienen además la obligación de identificar y seleccionar los dispositivos que es preciso registrar en el inventario, resolviendo cuáles de ellos deben incluir en el programa de mantenimiento, así mismo debe tener a la mano los manuales específicos de cada equipo que tengan dentro del hospital, así como la creación de guías propias si es preciso, otro punto que establece junto con la administración del hospital es realizar recomendaciones presupuestarias, supervisar al personal técnico, organizar capacitaciones,

fijar prioridades en relación con las actividades del departamento y administración del programa en general. También es el vínculo entre el hospital y los proveedores externos que realizan tanto mantenimientos, contratos e instalaciones de equipo biomédico, el departamento puede decidir la adquisición, el cambio o el dar de baja un equipo en caso de ser necesario, todo esto con el fin de que la vida útil de los equipos se alargue y la calidad del servicio a los pacientes sea óptima (Organización Mundial de la Salud, 2012).

Hay muchas razones por las cuales los departamentos biomédicos son de suma relevancia para los hospitales, entre ellos que son grandes productores de gasto y consumidores de recursos, pero aun así los esfuerzos para administrar, controlar y reducir sus gastos han empezado a tomar relevancia hasta en años recientes, a mayor eficacia de gestión de operaciones puede existir grandes costos-beneficios para el hospital en general, de ahí la importancia de que estos departamentos fijen un curso de acción, planificando, controlando y cerrando problemáticas existentes del mismo (Morte, 1990).

En los últimos años cada vez se ha recalcado más la importancia de que exista calidad en la atención médica, convirtiéndose así en uno de los objetivos principales de las instituciones de salud, así como de las políticas públicas gubernamentales, esto con el fin de corregir o reducir los defectos, previniendo que éstos sucedan, siendo la calidad algo que se construye a partir del conocimiento y los hechos. El objetivo de un departamento de ingeniería biomédica es mantener en condiciones de funcionamiento óptimo el equipo médico e instalaciones asociadas del hospital, lo cual incide directamente en la calidad de la atención médica (García, 2007).

Es importante tener claro el concepto de calidad, esta se puede definir como la forma a través de las cuales la organización satisface las necesidades y expectativas de sus clientes, sus empleados, las entidades implicadas financieramente y toda la sociedad en general. La calidad es el conjunto de principios, de estrategia global, que intenta movilizar toda la empresa con el fin de obtener una mejor satisfacción al cliente a menor costo (UNAM, n.d.).

Calidad en el servicio, significa la búsqueda de un sistema de gestión íntimamente relacionado con el concepto de una mejora continua, el cual abarcaría tanto el control, como el aseguramiento de los procesos (Alzueta, 2012). En el caso específico de una institución hospitalaria se busca la disminución de riesgos y fallas, disponiendo de estándares o normas que permitan comparar y facilitar la gestión y planificación de la calidad dentro del hospital, de manera que se rinda el mayor beneficio para la salud del usuario, esto serviría como manual a los responsables y encargados de la gestión, para tomar decisiones estratégicas, que deriven en beneficios tácticos y operativos, así como en la confianza del usuario (Paneque, 2004).

Para poder tener calidad en la gestión de un hospital hay que tomar en cuenta que es imprescindible el seguimiento, medición, análisis y mejora de los procesos de una organización de salud, esta debe basarse en la realización de registros los cuales son determinantes, para la recopilación y el análisis de los datos relevantes que logren demostrar los pasos a seguir para un proceso idóneo, ya que solo así nos podemos asegurar que nos está arrojando como resultado el proceso más eficiente posible, para poder lograr esto es fundamental tener el propósito claro que se busca y que los datos recopilados sean totalmente fidedignos (Paneque, 2004). Es decir, el objetivo de un buen departamento de ingeniería biomédica es asegurar que se haga un uso óptimo de los recursos tecnológicos que posee una institución de salud, ofreciendo así el apoyo necesario al personal médico, esto con el fin de que al paciente se le asegure una instancia cómoda, eficiente y segura (García, 2010).

A continuación, se presenta una serie de pasos que debe seguir cualquier departamento biomédico, según la literatura nosotros nos basamos en varios textos entre ellos el artículo de Control de las funciones operativas de un Departamento de Ingeniería Biomédica escrito por García Martínez A.L., ya que estos pasos permiten la evaluación del nivel de participación de las áreas a cargo del departamento (García, 2007).

- A. El departamento de ingeniería clínica se asegurará de que en los equipos nuevos se realice la siguiente inspección:

- Se verificará que están disponibles todos los accesorios necesarios para el correcto funcionamiento del equipo.
- Se comprobará que están disponibles los manuales del operador y del servicio técnico, y, si corresponde, los diagramas pertinentes.
- Se verificará que el equipo funciona correctamente. Para esto se deben usar las especificaciones de funcionamiento de la bibliografía del fabricante, si se cuenta con ella.
- Se comprobará que las alarmas funcionan y son audibles, si corresponde.
- Se inspeccionarán los requisitos de seguridad eléctrica, si corresponde.
- Se determinará si los nuevos equipos serán incluidos, o excluidos, del programa de mantenimiento.
- Se verificará que se cumplen las normas sobre etiquetado, para asegurarse de que un laboratorio nacional o internacional reconocido ha evaluado la seguridad y la adecuación al uso previsto de los equipos (Organización Mundial de la Salud, 2012).

B. Identificación de los elementos y el análisis de la estructura del departamento biomédico.

Para poder realizar este paso, hay que tomar en cuenta sus diversas funciones, estas son las descritas por la Organización Mundial de la Salud (OMS 2012) entre ellas están:

- Funciones operativas: Dentro de las cuales se encuentran los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos médicos dentro del hospital, rutinas de revisión, capacitación, renovación, capacitación, renovación o adecuación de instalaciones, control de calidad de la tecnología y enseñanza.
- Funciones administrativas: Estas funciones abarcan la programación de mantenimientos, inventarios, altas y bajas de los equipos médicos, evaluación de tecnología, manuales de políticas tanto internas como externas del hospital y los diversos procedimientos de las áreas.

- Funciones de investigación y desarrollo: Aquí se aplica el desarrollo tecnológico, adaptación de tecnología e investigación aplicada.

Es importante recalcar que no todos los hospitales cumplen con estas tres funciones, por lo tanto, es importante identificar las funciones que tiene el hospital específico con el que se está trabajando.

De este paso es importante la identificación de las áreas y las funciones del departamento de biomédica de cada hospital.

- C. Especificación del alcance de los datos y establecimiento de la periodicidad Después de que sabemos qué clase de equipos médicos tenemos, es importante saber la frecuencia con la que se utilizan, esta información para que sea relevante debe provenir de registros existentes, donde tomaremos a los equipos médicos como variables dentro de un hospital las cuales modificarán su valor según los siguientes parámetros (Sen Salinas Diana Antonieta, 2015):

- Área del hospital: Es importante saber la distribución de nuestras variables, ya que depende del equipo médico que cuenta un área específica y el personal que opera el mismo.
- Tipo de servicio que proporciona: Debe de existir una clasificación, de si el equipo es de soporte de vida, monitoreo u otro, dentro del área en que se encuentra.
- Causas de los defectos: Es importante llevar un registro de los defectos más comunes que sufre un equipo, esto con el único objetivo de saber las causas que los originaron.
- Productividad: Es importante porque esto refleja el rendimiento del personal y el departamento en conjunto.

- D. Diseño de formato y periodicidad

Para el diseño de un formato es importante tener en cuenta la información previa, es decir, el equipo con el que se cuenta, las áreas donde están, las causantes de los defectos, productividad y el personal, volviéndose esta misma información una compilación que es importante saber poner en un formato para que sea realmente útil para la realización de un departamento biomédico, para esto el formato debe de contar con lo siguiente basado en lo que dice la OMS (Organización Mundial de la Salud, 2012):

- Orden de servicio: Registro de cada servicio que se le realiza al equipo médico, esto involucra tanto servicios programados como los solicitados por el área, por algún inconveniente o desperfecto. Esta orden de servicio debe incluir información general tanto del área como del equipo, el tipo de servicio que se le está realizando y la solución del desperfecto, si el equipo lo tenía.
- Seguridad eléctrica: Aquí se disponen las condiciones eléctricas que requiere el equipo médico para que sea seguro utilizarlo, es importante asegurarse de que las condiciones sean óptimas, siempre que se realice cualquier tipo de mantenimiento.
- Inventario: Registro del equipo médico con que cuenta el hospital, este debe de incluir la localización, marca, modelo, serie, accesorios, entre otra información que sea relevante para el hospital.

E. Aplicación del formato y el procesamiento de los datos.

Se requieren formatos de control, es importante saber aplicarlos a los datos obtenidos, esto puede hacerse mediante herramientas estadísticas, todo esto con la finalidad de detección de problemas y áreas de conflicto, esto determina los factores que provoquen los problemas, previene errores como los de omisión o descuido durante el proceso de soluciones que conduzcan a una mejora continua de la gestión del departamento biomédico.

Se conservan indicadores semestrales de desempeño a partir de los indicadores mensuales, considerando las áreas del hospital, haciendo así un análisis de la cantidad de

pacientes que se quedó sin servicio debido a las fallas, así como la cantidad de los pacientes que sí fueron atendidos.

El resultado de todo esto es la creación de la estructura orgánica del departamento biomédico dentro de un hospital, ya que con todos los datos se puede crear un sistema de gestión de equipo, control de reportes de usuarios, sistema de mantenimiento preventivo y correctivo, asesoría para la adquisición, inspección, evaluación, supervisión y correcto uso del equipo biomédico, además de cursos de capacitación para personal hospitalario, evaluación de proveedores por contrato, esto con el fin de tener un análisis correcto y abrir la “puerta de la mejora”. (García, 2007)

3.5.1. Gestión de mantenimiento. Para poder hablar acerca de gestión de mantenimiento es importante tener los conceptos básicos claros, es decir conceptos como el de gestión y mantenimiento dentro de un ambiente hospitalario.

Gestión se define como la actividad que es desarrollada por los directivos de una empresa u organización, volviéndose ellos los encargados de conseguir la eficiencia y productividad, para lograr esto se necesita planificar, organizar, capacitar al personal, dirigir y controlar, la gestión es medida a través de los resultados que se obtengan con los recursos disponibles y las situaciones que se presenten, representando así un desafío colectivo y analítico, ya que los directivos solos no pueden hacer nada, mientras que si no se tiene en cuenta el marco histórico para no repetir los mismos errores y poder aspirar a un futuro mejor, por lo tanto, la gestión es una articulación de procesos y resultados (Von & Huergo, 2016).

Otro concepto básico es el de mantenimiento el cual puede ser definido como el conjunto de técnicas las cuales sirven para poder conservar tanto los equipos como las instalaciones industriales o institucionales durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento (Garrido, 2012). Se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo, por lo tanto previene y/o corrige averías, cuantifica y/o

evalúa el estado de las instalaciones y se encarga del aspecto económico con esto se refiere a reducir el costo del ciclo de vida de un equipo, el mantenimiento va desde que empieza el proyecto de la máquina, tomando en cuenta las especificaciones de la misma, su recepción, su instalación y puesta en marcha, para después evaluar su rendimiento funcionalidades y demás prestaciones (MAGALLON, 2011). Para poder realizar estas acciones se requiere que a los equipos se les haga servicios, pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción, desarrollando así conceptos, técnicas y criterios capaces de poder regular y mejorar el mantenimiento en un futuro, así como para crear una guía para la toma de decisiones (Sánchez, 2016). Entre los objetivos que tiene el mantenimiento se encuentran:

- Optimizar la disponibilidad del equipo
- Reducir costos al mínimo, para poder tener una buena disponibilidad
- Mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones
- Mantener el correcto funcionamiento de los nuevos proyectos

El término de mantenimiento empezó a utilizarse en la industria desde 1950 en Estados Unidos de América, este fue evolucionando a través de los años pasando de ser concebido como la simple función de arreglar y reparar los equipos, para convertirse en funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos con el fin de optimizar costos. Los servicios de mantenimiento tienen su importancia dependiendo de la industria donde se desarrolle, puede tener una posición fundamental, una posición importante o una posición secundaria, todo depende de cómo sus acciones afecten la producción. El planeamiento tiene muchas áreas de interés actualmente, sin embargo, es importante para cada una de ellas la planeación, debido a que permite estimar las actividades, la cantidad de mano de obra necesaria, los materiales e insumos/refacciones a utilizar, así como disponer del equipo y tiempo probable en que el plan se pretenda desarrollar, todo con el fin de garantizar la calidad de los servicios ofrecidos, la calidad de los servicios ofrecidos y generar no solo optimización en los mismos sino que también una mejora continua de los procesos (MAGALLON, 2011).

La implementación de un sistema de gestión del mantenimiento necesita contar con:

- Modelo de organización.
- Sistemas de información.
- Base de datos de los proveedores de la institución.
- Personal capacitado en la gestión de mantenimiento.
- Perfiles del personal del área de mantenimiento.
- Participación de los profesionales de mantenimiento en la toma de decisiones para la adquisición y gestión de los recursos tecnológicos y físicos.
- Programas de capacitación del personal de mantenimiento y de los usuarios internos.
- Medidas para mantener la continuidad y sostenibilidad de proyectos y programas de mantenimiento (Alatrística, 2011).

Por mantenimiento hospitalario se entiende la actividad técnico-administrativa dirigida principalmente a prevenir averías, y a restablecer la infraestructura y la dotación hospitalaria a su estado normal de funcionamiento, así como las actividades tendientes a mejorar el funcionamiento de un equipo. La actividad de mantenimiento de la infraestructura y de la dotación hospitalaria, tiene como objetivos generales los siguientes: Garantizar la seguridad de los pacientes y del personal que administra y utiliza los recursos físicos del hospital, asegurándose que se rijan por las normas y leyes de una atención hospitalaria digna, asegurándose de la disponibilidad y garantizar el funcionamiento eficiente de los recursos físicos para la producción o el servicio, para obtener así el rendimiento máximo posible de la inversión económica en los recursos para la atención en salud y contribuir a la reducción de los costos de operación de la Institución (Francisco Javier Guelbenzu Morte, 1990).

Dentro de un hospital para poder implementar y ejecutar los servicios de mantenimiento se tiende adoptar los siguientes modelos de organización (Alatrística, 2011):

- Mantenimiento por operación: Hecho por técnicos para realizar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, se recomienda que este personal tenga bajo su responsabilidad un solo tipo de equipos o bienes.

- Mantenimiento por servicios: Llevado a cabo por técnico con un mayor conocimiento, este es el responsable del mantenimiento preventivo en general, tiene bajo su cargo un número pequeños de bienes y su trabajo tiende a ser repetitivo.
- Mantenimiento por talleres: Hecho por personal especializado en la unidad de mantenimiento correspondiente, ya sea mecánico, eléctrico, civil o biomédico, por lo que este personal es capaz de hacer un mantenimiento completo.
- Contratación de un tercero: Se contrata a una empresa del exterior, la cual realiza actividades de mantenimiento muy específicas, siguiendo un control estricto y específico.

Los encargados de la gestión del mantenimiento hospitalarios sean capaces de efectuar la programación de los distintos tipos de mantenimientos, mantener un inventario del equipamiento como de los mantenimientos, formular un plan anual de mantenimiento y determinar un presupuesto para la implementación y ejecución del mismo, hacer un seguimiento de los mantenimientos realizados (indicando cualquier defecto del equipo que disminuya su rendimiento, produzca un mayor gasto energético, ponga en riesgo la seguridad del paciente, usuario o del mismo equipo) cuidando en todo momento las herramientas, orientar y capacitar a los usuarios para promover la conservación de los equipos y las infraestructuras en generales y por último monitorear el uso seguro y correcto de los equipos (Alatrística, 2011).

Para evaluar que las acciones descritas anteriormente se estén llevando acabo con la calidad óptima es importante ver la confiabilidad de equipo (probabilidad de estar funcionando sin fallos en un periodo de tiempo establecido en condiciones específicas), mantenibilidad (probabilidad de poder ejecutar una operación de mantenimiento en el tiempo de reparación fijado, bajo condiciones preexistentes) y soportabilidad (probabilidad de atención a una solicitud de mantenimiento en un tiempo específico en condiciones estándar) todo esto en referencia a las metas planteadas (Zamorano, 2012).

Es prioritario resaltar la importancia que tienen los términos metrología, calibración, registro estadístico, protocolos a punto dado que los equipos especializados de salud necesitan de estos procesos,

haciéndolo más práctico y realista posible. Convirtiéndose en una verdadera herramienta de apoyo para sobresalir el servicio de mantenimiento. En busca de una mejora continua si se quiere asegurar la calidad y competitividad, para prolongar la vida útil de los equipos, infraestructura y otros. Otro factor de alto impacto en el mantenimiento es la correcta utilización de los servicios a fin de generar ahorro energético y reducción de los costos operativos (Alburez, 2010, pp.26).

3.5.2. Gestión de mantenimiento preventivo. Es importante tener una adecuada gestión de mantenimientos preventivos, ya que estos son los que marcan las diferencia, garantizando equipo fiable el cual funcione adecuadamente en la regularidad. (SIMA, 2014)

El mantenimiento preventivo reduce hasta en un 30 % los costos de mantenimiento, todo esto se basaba en el conocimiento del equipo y su desgaste en el tiempo, tiene como objetivo asegurar la operación segura y eficiente de un equipo de la manera más económica posible, sin embargo en la práctica tiene varias fallas, entre ellas el hecho de que la cantidad de trabajo como el cambio de piezas que pueden estar en buen estado y piezas desgastadas aumenta, además de que el tiempo de que un equipo este parado también crece (MAGALLON, 2011)

La gestión de este tipo de mantenimiento debe ser definida antes de realizar los trabajos de inspección, para poder hacer esto correctamente, es importante analizar los equipos de acuerdo a sus características específicas, el procedimiento para seguir en cada equipo médico se recomienda que sea el que recomiende el fabricante en el manual de procedimientos, esperando que este manual este lo más completo posible, es decir que este bien formulado haciéndolo de fácil comprensión, que explique claramente cada paso de los procedimientos, explique las herramientas necesarias para el proceso, explique los límites inferiores y superiores para realizar las mediciones que realizarán los técnicos en equipos biomédicos, muestre como se reemplazan las piezas, así como las piezas específicas que pueden desplazarse, explique la frecuencia en que se deben realizar los procedimientos y esté en el idioma de la región.(DRA. SARA TERESA VALDES RODRÍGUEZ, 2007).

Entre las ventajas que genera este tipo de mantenimiento se tienen:

- Confiabilidad en la operación de los bienes generando mejores condiciones de seguridad.
- Disminución del tiempo muerto debido a la interrupción del servicio.
- Mayor duración de los equipos e instalaciones (Aumento de vida útil).
- Menor costo de reparación (Alatrística, 2011).
- Seguridad, puesto que el equipo opera en mejores condiciones se conoce mejor su estado físico y condiciones de funcionamiento.
- Disminuir el costo de inventarios puesto que al determinar de manera precisa los materiales de mayor consumo y se puede prever su uso durante un periodo de tiempo, es decir, reducción de la cantidad de repuesto de reserva.
- Carga de trabajo más equilibrada, ya que se puede calendarizar cuando se realiza cada tarea, aunque puede caer en sobre mantenimiento.
- Más fácil apearse a las Normas Oficiales Mexicanas.
- Hace que se puedan proporcionar con mayor facilidad los medios necesarios para la evaluación y control de la gestión de equipos.

Todos estos pasos deben de seguirse hasta que se tenga la experiencia necesaria, para poder ser modificados, como ya explicamos en puntos anteriores debe ser una experiencia capaz de ser justificada por medio de los datos estadísticos del equipo, también se pueden basar en equipos adquiridos por otros usuarios y así complementar los datos para tomar las decisiones de mejora, es importante detallar la razón por la que no se sigan o utilicen manuales, ya que también servirá como una futura referencia, los cambios realizados aun así deben ser monitoreados periódicamente, para saber que siguen funcionando.

Si bien es importante que cada equipo médico, dependiendo marca y modelo tiene un procedimiento diferente, se pueden hacer procedimientos genéricos para un tipo de equipo médico en general, pero el uso de este tipo de procedimientos debe ser con precaución y conocimiento.

Es importante enfocarnos en la frecuencia de este tipo de mantenimiento, ya que, si bien el manual de fabricante del equipo recomienda una frecuencia específica, cuando se conoce el equipo por experiencia o se tienen recursos limitados para hacer este tipo de procedimientos, solo con estos parámetros puede existir un cambio en la frecuencia del mantenimiento preventivo la cual debe ser monitoreada por el gestor del departamento de ingeniería biomédica, también para poder modificar esta frecuencia es importante tomar en cuenta cuestiones como normativa, el entorno, grado de capacitación del usuario, fiabilidad del dispositivo médico, grado del desgaste del equipo cuando este se usa y número de ejemplares de estos modelos, se deben de tomar en cuenta estos parámetros para una decisión definitiva, ya que solamente sabiendo estos se tomara una decisión responsable, mientras no se tenga toda esta información es mejor seguir las instrucciones de uso del fabricante.

Para dispositivos como lo son: equipos de apoyo vital, equipos de laboratorio, equipos de cirugía, cuidados intensivos, equipos de imagenología, dispositivos que puedan provocar lesiones o muerte si fallan.

El procedimiento más general que está registrado es:

- Identificar el dispositivo al que se le aplicará el mantenimiento preventivo, esto unmes antes de la fecha en que este programado el mantenimiento preventivo.
- Se buscan y se ponen a disposición los repuestos necesarios para el mantenimiento preventivo.
- Se asigna al personal capacitado para realizar el mantenimiento preventivo.
- Se generan las órdenes de servicios.
- Se distribuyen dichas órdenes al personal que realizará el mantenimiento.
- Los procedimientos se llevarán a cabo según las recomendaciones del fabricante, las recomendaciones de la industria y la experiencia acumulada en el hospital.
- El personal capacitado deberá llenar la orden de servicio con la información general del equipo, la inspección general del mismo, el mantenimiento que se le realizó y observaciones que sean relevantes.

- Cuando se realice el mantenimiento preventivo, se pegará una etiqueta o distintivo, el cual represente que el procedimiento se concluyó satisfactoriamente.
- Se pone en algún tipo de registro ya sea computarizado o en un archivero la orden del servicio del equipo.
- En caso de que el proceso no se pudiera realizar por cualquier motivo como que no se tienen los repuestos, el equipo está en uso o simplemente no se pudo localizar, debe ponerse la razón en la orden de servicio, proponiendo una fecha posterior para su revisión.
- Se seguirá un procedimiento alternativo si el mantenimiento no es realizado por el personal del hospital, si no por el proveedor directamente, en este caso, el gestor del hospital programará el servicio en el tiempo oportuno y las órdenes de servicios serán llenadas por el proveedor e igualmente se anexarán al registro del equipo.
- Es de vital importancia que el departamento de ingeniería biomédica evalúe que el procedimiento sea el correcto, así asegurándose de que el personal que lo está realizando esté capacitado, haciendo así un trabajo de calidad y correcto.
- Se debe realizar una actualización de las ordenes de servicios por lo menos cada tres meses, esto para realizar una recapitulación de los equipos médicos a los cuales, si se les dio un mantenimiento preventivo, aquellos que no se encontraron, esto nos dará una tasa de cumplimientos, los resultados servirán como datos estadísticos, los cuales hablarán de la calidad y desempeño general del departamento en general. (Organización Mundial de la Salud, 2012)

Con lo revisado con anterioridad se puede decir que es una revisión programada basada en un calendario, que tiene el fin de mantener un funcionamiento óptimo de los equipos, para así evitar fallas, con fundamento en manuales, historial del equipo y recomendaciones del mismo (Alatrística, 2011)

La necesidad de trabajo de forma ininterrumpida y confiable obliga a que el grupo de mantenimiento preste una atención constante a los equipos, para, por un lado, minimizar el número de averías y, por otro, aumentar el ciclo de vida de esos mismos equipos. Con un buen plan de mantenimiento preventivo, el

departamento de mantenimiento gana experiencia, es capaz de catalogar fallos típicos y llega a conocer los puntos débiles de sus instalaciones y máquinas, y al llevar a cabo esto se nos permite mejorar el ciclo de mantenimiento preventivo, entrando en un ciclo. (Zamorano, 2012, pp.26).

3.5.3. Gestión de mantenimiento correctivo. El mantenimiento correctivo no es planificado, se lleva a cabo a partir del reporte que hace el usuario, operador del equipo o personal que realiza el mantenimiento programado. Cuando el usuario detecta una anomalía en el equipo médico su responsabilidad es informarla para que el personal capacitado pueda revisarla y corregirla, así mismo pueden detectarse anomalías durante el mantenimiento preventivo, este es continuo puesto que un equipo o varios pueden fallar al mismo tiempo y hay que darles este tipo de atención. Este tipo de mantenimiento es más costoso en general, ya que requiere mayor cantidad de mano de obra, un pago excesivo por comprar repuestos de emergencia y el tiempo muerto aumenta, siendo esta clase de mantenimiento el más costoso de todos (Alburez, 2010).

Cuando quiera corregirse este defecto es importante tener la siguiente información el desperfecto exacto que tiene el equipo y lo que lo está originando, esto con el fin de que el equipo vuelva a funcionar correctamente, en el caso de que el personal del hospital no sea capaz de repararlo, es responsabilidad del gestor del departamento biomédico llamar a los proveedores para que pongan a funcionar el equipo.

Para hablar de mantenimiento correctivo es importante saber que existen diversos niveles del mismo como:

- Componentes: Este tipo de falla es generada solo por un componente del equipo, por lo tanto, su reparación se basa en reemplazar dicho componente (resistencias, conductores, fusibles, entre otros), esto puede generarse en dispositivos eléctricos, mecánicos o electrónicos, también abarca fallas del dispositivo más complejas que lo anteriormente mencionado

- Tablillas de circuitos: Es común encontrar este tipo de fallas en equipos electrónicos, donde lo que falla es una tablilla específica la cual debe ser remplazada por completo y no solo un componente en individual.
- Dispositivo o sistema: A veces el reemplazo de un componente o tablilla de circuitos se vuelve una tarea laboriosa, tardada y muy cara, haciendo la reparación poco rentable, por lo tanto, es más práctico reemplazar el equipo o subsistema completo.

Cuando se logre solucionar el problema del equipo es importante volver a observar el ambiente del equipo y verificar que las condiciones en las que este trabaja sean las condiciones especificadas por el fabricante, ya que muchas veces la falla la origina que su ambiente no sea el adecuado, así como que el personal que lo maneje no esté lo suficientemente capacitado y al momento de operarlo lo hagan de manera incorrecta provocando una falla.

El mantenimiento correctivo como todos los mantenimientos tiene ventajas. Desventajas, así como aplicaciones concretas; entre las ventajas está que no requiere una gran infraestructura técnica, ni elevada, no existe mucho análisis debido a que la falla se presenta y se resuelve, no se analiza mucho, solo se busca una solución inmediata, pero presenta grandes inconvenientes, como que al ser fallas imprevistas existen trastornos de producción, baja calidad de mantenimiento por el poco tiempo disponible para hacer las reparaciones, es decir, que este tipo de mantenimiento solo tiene aplicaciones cuando el costototal del tiempo muerto sea menor que el costo total de las acciones preventivas; estadísticamente es el más ocupado por la mayoría de los hospitales (MAGALLON, 2011).

La parte compleja de este tipo de mantenimiento es seleccionar un nivel apropiado de mantenimiento evaluando la disponibilidad de recursos financieros, materiales y humanos, así como de la urgencia de la reparación de equipo en cuestión esto dependiendo de su prioridad, valorar si sustituir el componente, la tablilla o todo el dispositivo en general es lo más conveniente, para de ahí tomar en cuenta si los reemplazos pueden hacerse por medio

directo del proveedor, si se pueden usar genéricos o de otros equipos fuera de servicio (Organización Mundial de la Salud, 2012).

La falta de un buen mantenimiento correctivo puede generar varios inconvenientes como:

- Desconfianza para utilizar el equipo, debido al riesgo que este puede producir.
- Tiempo indefinido de paro, lo que puede disminuir la producción de exámenes hechos o pacientes atendidos.
- Reducir el tiempo de vida de los equipos.
- Incremento de carga laboral si estos mantenimientos se realizan frecuentemente.
- Disminución de calidad.
- Mayor costo en reparaciones (Alatrística, 2011).

Existen fases habituales que presentan este tipo de trabajos desde su comienzo hasta llevarse a cabo por completo:

- Se presenta el fallo, generalmente un usuario descubre la avería y lo reporta, sin embargo, también puede ser detectada por medio de las revisiones rutinarias.
- Se solicita la ejecución del mantenimiento correctivo por medio de un reporte formal para que así pueda llevarse un mejor registro de la incidencia de los casos en el equipo que está fallando.
- Se delega a una persona capacitada ejecutar el mantenimiento en cuestión.
- La persona encargada de esto deberá inspeccionar el equipo y evaluar el fallo, planear el trabajo necesario para corregirlo, estimar el tiempo, la mano de obra, la forma y el material para realizar el servicio completo, para que el encargado general de mantenimiento pueda supervisar y aprobar el proceso.
- El encargado del área debe de realizar una inspección final, esto puede incluir pruebas funcionales del mismo.
- Se entrega el equipo al usuario en condiciones operativas seguras y eficientes.
- Se termina de documentar la intervención y se cierra el servicio.

Como nota de estos pasos es importante recalcar que muchas veces las acciones inmediatas que se realizan en este tipo de mantenimiento son temporales, muchas veces porque el funcionamiento de un equipo es vital para el hospital, por lo que insistir en tomar medidas adicionales es de suma importancia, ya que, ya que las fallas podrían volver a aparecer en un lapso de tiempo muy corto, no logrando el objetivo de soluciones definitivas en el mayor tiempo posible, si bien con el mantenimiento preventivo se busca prever todos los fallos antes de que ocurran, el mantenimiento correctivo busca tener todo lo necesario para cuando estos fallos sucedan (Zamorano, 2012).

3.5.4. Gestión de mantenimiento predictivo. A diferencia del mantenimiento preventivo directo, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el mantenimiento predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación (Alburez, 2010).

El mantenimiento predictivo tiene como objetivo principal prever la frecuencia de averías de determinados equipos, las necesidades de sustituibles más comunes que se necesitan y cuando se necesitan, por ejemplo, cada cuanto se necesitan baterías, válvulas, bombas, sellos, entre otros, todo esto con el fin de reemplazar estos componentes antes de que fallen, garantizando que los equipos no paren de funcionar, dándoles una mejor fiabilidad y manteniéndolos en óptimas condiciones durante un tiempo más prolongado, el mantenimiento predictivo permite decidir cuándo hacer el mantenimiento preventivo.

Este tipo de mantenimiento busca detectar fallas antes de que sucedan con el fin de no perjudicar la producción. Para poder ser llevado a cabo se utilizan aparatos de diagnóstico, los cuales por medio de observaciones buscan tendencias, si no se cuenta con este tipo de aparatos también se puede observar el estado del equipo cuando se encuentre en funcionamiento para detectar posibles fallos antes de que se den, esto disminuye los fallos

graves y prever las piezas que se necesitarán cambiar con anticipación planificando así el trabajo y otras reparaciones (MAGALLON, 2011).

Este tipo de gestión es fundamental en hospitales de segundo nivel, ya que se tienen los datos suficientes para crear una estadística de las fallas y consumos que los equipos suelen requerir en determinado tiempo, puesto que se tienen muchos equipos de una misma marca y modelo, lo que hace bastante fácil hacer un registro de incidencia en un gran número de equipos y el fallo de la probabilidad disminuya. Por lo tanto, este tipo de mantenimiento lo que busca es ir rastreando fallas comunes en equipos médicos con el fin de que antes de que falle, para así no perjudicar a la producción.

El mantenimiento predictivo posee ventajas, desventajas y aplicaciones concretas; entre las ventajas se encuentran determinar el tiempo óptimo para realizar el mantenimiento preventivo, mejorar el conocimiento y control de los equipos, permitir que sea ejecutado sin interrumpir el funcionamiento del equipo. Entre las desventajas se encuentran las personas que son capaces de hacer este tipo de mantenimiento son una mayor formación técnica o profesional y los equipos ocupados para el mismo también son más costosos en general, al no poder evaluar todos los parámetros funcionales significativos la posibilidad de que alguna avería pueda presentarse pese a que se haga mantenimiento predictivo es aún existente, así que no se puede garantizar que en un tiempo entre revisiones no exista una falla en el equipo, se aplica este tipo de mantenimiento en máquinas rotativas, motores eléctricos, equipos estáticos, entre otros.

La importancia del mantenimiento predictivo radica en que la mayoría de los fallos en equipo electrobiomédico van apareciendo de manera incipiente, es decir, que es posible su detección antes que se convierta en una falla con repercusiones irreversibles tanto en producción como en costos de mantenimiento, de ahí la importancia de conocer los parámetros de los cuales se tienen que hacer un seguimiento para avisar del comienzo de un deterioro, estableciendo niveles que se consideren normales y aquellos que no sean

admisibles, todo esto con el fin de en el momento en que se detecten parámetros inadmisibles se tomen las medidas correspondientes.

En la Figura 4 se muestra el proceso de como comienza un fallo y como se va deteriorando a través del tiempo, tomando en cuenta cuando el fallo puede ser detectado y cuando el equipo falla completamente dejándolo no funcional.

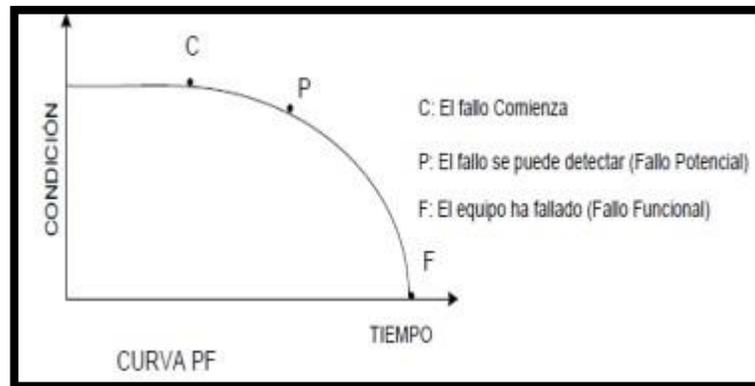


Figura 4. Curva de fallo a través del tiempo.

Fuente: *Implementación de mantenimiento preventivo/predictivo en equipo biomédico en el Instituto Mexicano del Seguro Social.* Magallon (2011, p. 31)

Es importante el seguimiento y control de los parámetros, para esto se debe hacer una vigilancia periódica, estableciendo una frecuencia óptima que nos permita detectar el deterioro entre un momento P y F, para así reaccionar en un tiempo adecuado. El uso del mantenimiento predictivo consiste en establecer, en primer lugar, una perspectiva histórica de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente (Zamorano, 2012).

3.6 Manual de procedimientos.

Un manual de procedimiento es una herramienta que sirve de apoyo para transmitir conocimientos y experiencias, mostrando los pasos a seguir para ejecutar determinadas actividades que aseguren un funcionamiento eficaz, y a su vez recolecten la tecnología acumulada hasta el momento sobre un tema. Por lo que se puede decir que este describe de

manera detallada y enfática cada paso de una actividad, aquí radica la relevancia de este documento dentro de una organización (Vergara, 2017).

El manual de procedimientos es un documento que se encuentra dentro del Control Interno de la organización, por lo que posee información detallada, ordenada, sistemática e integral de la misma, conteniendo sus responsabilidades, políticas, funciones y sistemas específicos, englobando sus distintas operaciones y actividades. Por lo que un manual de procedimientos se vuelve un documento de apoyo para el personal de una entidad, el cual permite tener un control sobre las actividades a realizarse en una tarea específica. Los procedimientos especifican y detallan un proceso, los cuales conforman un conjunto ordenado de operaciones o actividades determinadas secuencialmente en relación con los responsables de la ejecución, que deben cumplir políticas y normas establecidas señalando la duración y el flujo de documentos (Vergara, 2017).

El manual de procedimientos es un medio escrito el cual sirve para coordinar de forma ordenada actividades a seguir con el fin de lograr objetivos específicos, esto mediante lineamientos e instrucciones necesarias para mejorar el desempeño de los trabajadores, también son conocidos por lo mismo como manuales de operaciones, estos son importantes porque mediante ellos el usuario tienen un sistema de referencia común y estandarizada, ya que proporciona una documentación cuyo fin es compartir conocimiento, el cual debe de ser de fácil uso y alcance, siguiendo las especificaciones de la organización en cuestión, esto logra que se ahorre tiempo, se asegure una respuesta exacta y permita ser una guía de consulta la cual no tiene riesgo de información errónea, por otro lado, sirven como instrumentos de adiestramiento para los nuevos empleados, sirviendo como herramientas auxiliares durante su entrenamiento, siendo en su conjunto decisiones administrativas, concernientes a la organización, políticas y procedimientos (Lazzaro, 1995).

Un manual de procedimientos posee las siguientes ventajas (Vergara, 2017) (Lazzaro, 1995):

- Permite fundamentar los procedimientos bajo un marco jurídico

- Permite la unificación de los criterios para la elaboración de actividades y busca la uniformidad en el trabajo.
- Busca que las actividades se hagan de manera correcta basándose en lineamientos registrados o estandarizados.
- Optimización de los recursos, reduciendo tiempos y esfuerzos.
- Permite tener claro los requerimientos para realizar la actividad.
- Diferencia las responsabilidades de cada unidad o puesto.
- Permite conocer la ubicación de los documentos en general para realizar una actividad.
- Su información es formal, por lo que es una información autorizada.
- Son documentos de consulta permanente que sirven de apoyo para la mejora continua de las actividades.
- Facilitan la toma de decisiones.
- Evitan consultas continuas a las áreas normativas y eluden la implantación de procedimientos incorrectos.
- Elimina confusiones, incertidumbres y duplicidad de funciones.

Para que un manual de procedimientos sea útil debe tener los siguientes apartados (Universidad Nacional Autónoma de México, 1994):

- Caratula
- Contenido
- Documento de aprobación técnica y registro del manual
- Políticas, NORMAS, Marco Jurídico en general
- Documento de actualización (Con el fin de saber su antigüedad para posibles referencias)
- Introducción
- Objetivo del manual
- Separados (con el fin de separar los procedimientos entre ellos y no exista confusión)

- Cada procedimiento deberá contar con los siguientes apartados
 - Caratula
 - Índice
 - Objetivo del procedimiento
 - Normas de Operación
 - Descripción detallada y narrativa
 - Diagrama de flujo
 - Anexo
- Glosario del manual
- Participantes en la elaboración del manual

Lo anteriormente descrito tiene como objetivo crear un manual hospitalario, que desarrolle el conjunto de actividades que le permitan posicionar la gestión de mantenimiento como factor competitivo y de mejora en los servicios. El manual busca oportunidades para mejorar el desempeño del hospital, identificar practicas óptimas, desarrollando una herramienta de control y dirección de los procesos que se desarrollan dentro del departamento biomédico, de esta forma se garantiza una operación segura a un costo efectivo de todos los equipos médicos, mediante la adecuada aplicación del mantenimiento orientado al riesgo que entre otros beneficios lo sitúa a la vanguardia de las nuevas técnicas de gestión de mantenimiento que se están aplicando continuamente en el mundo, y se podría disminuir notablemente los porcentajes de equipos fuera de servicio y equipos en deterioro, logrando un uso eficiente de recursos. (Alburez, 2010). Comúnmente dentro del ambiente hospitalarios existen dos clases de manuales; el manual de uso y el manual de mantenimiento, el manual de uso es para que todos los usuarios sepan cómo usar el equipo en la práctica clínica, conociendo los detalles del mismo, mientras que el manual de mantenimiento es crucial para la inspección, los mantenimientos y calibraciones, estos manuales muchas veces son propios de cada equipo y no siempre se encuentran disponibles, de ahí la relevancia desde la adquisición del equipo se exijan al proveedor.

Los manuales pueden ayudarse de imágenes y diagramas de flujo para hacer su seguimiento de manera más fácil y óptima para los usuarios, como para los ingenieros encargados, otro factor a considerar es que, aunque todos los equipos tengan un manual, aun así, deberían existir manuales de creación propia para las necesidades de cada hospital, obviamente basados en la lectura de manuales, capacitación y los mantenimientos propios del equipo especificados por el proveedor como punto de partida. Para hacer manuales de elaboración propia para un hospital específico, es importante tener en cuenta varios factores entre ellos:

- Buena elaboración y que sean fáciles de comprender.
- Explicación paso por paso del procedimiento.
- Especificación de los equipos de medición necesarios.
- Especificar los límites inferiores y superiores para las mediciones que realizan los equipos biomédicos.
- Reemplazo de algunas piezas.
- Especificar la frecuencia en que se deben desarrollar los pasos descritos en el manual.
- Proporcionar y llenar los formularios necesarios para asegurarse de que los pasos descritos fueron llevados a cabo de manera correcta.
- En un manual es importante explicar el riesgo del equipo médico, así como los insumos que necesita, las partes del mismo, los repuestos y servicios de mantenimiento mínimo durante cinco años.
- Así como recomendaciones de los equipos según las características específicas del hospital.
- Con el tiempo, después de algunos años de experiencia y recolección de datos precisos, se puede utilizar la experiencia anterior como orientación para establecer parámetros de tiempo para completar el trabajo (Organización Mundial de la Salud, 2012).

- Debe de contar con fechas críticas, detalles de actividades, programación automática y la identificación de las actividades del camino crítico.
- Debe de tener un estándar de calidad conforme a su organización y resultados obtenidos, todo esto con evaluaciones del departamento en general.
- El manual puede tener programas diarios, semanales, mensuales y anuales de trabajo, todo esto siguiendo una metodología específica.
- Brinda competencias para la correcta manipulación de los equipos biomédicos.

Un manual puede tener varios puntos para describir la creación de áreas en el hospital, los equipos que se encuentran en dichas áreas, el montaje del equipo (las especificaciones de las áreas donde se debe de encontrar), estatus del equipo donde puede decir si el equipo es propio, comodato u otro, además de obviamente los manuales particulares de cada equipo (Zamorano, 2012). El desarrollo de un manual para hospitales busca además de lo ya antes explicado una gestión documental en la que se incluyen políticas de operación, normas y lineamientos a considerar para las buenas prácticas de departamento biomédica (Rodríguez V. C., 2019).

4. Hipótesis

4.1 Hipótesis de investigación

Es posible la creación de herramientas que optimicen la gestión y administración de los mantenimientos preventivos y predictivos de los equipos electromédicos en hospitales de segundo nivel en el estado de Querétaro, logrando así un cierto tipo de estandarización de procesos.

- **Variable independiente:** Hospitales de segundo nivel en el estado de Querétaro.
- **Variable dependiente:** Estandarización de procesos para la gestión y administración de mantenimientos.

4.2 Hipótesis nula

No es posible la creación de una herramienta capaz de optimizar la gestión y administración de mantenimientos preventivos y predictivos de todos los hospitales de segundo nivel en Querétaro, ya que el entorno de cada hospital es muy variable, por lo tanto, solo pueden crearse este tipo de herramientas específicas para cada hospital en particular.

- **Variable independiente:** Hospitales de segundo nivel en el estado de Querétaro.
- **Variable dependiente:** Herramientas específicas para la gestión y administración de mantenimientos, dependiendo de cada uno de los hospitales dentro de Querétaro.

5. Objetivos

El objetivo general de esta investigación es generar una metodología por medio de un manual y herramientas específicas, que podrán ayudar a la óptima gestión del departamento de ingeniería biomédica, asegurándonos de que se haga un mantenimiento preventivo y predictivo, correcto y personalizado para hospitales de segundo nivel.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Jerarquizar y clasificar los equipos electromédicos.
- Generar herramientas que ayuden a calendarizar los mantenimientos preventivos y lograr tener mantenimientos de manera efectiva, en la búsqueda del impacto positivo a la gestión de mantenimientos.
- Creación de herramientas administrativas como una alternativa para la reducción de los tiempos muertos y reparaciones de urgencia inherentes al uso continuo del equipo electro médico.

6. Método

a) Tipo de investigación y alcance

Es un tipo de investigación – acción (IA), esto porque es una forma de investigación llevada a cabo por parte de los prácticos sobre sus propias prácticas”. Lo cual parece implicar varias ideas:

- 1) Ser parte de la base de que se relaciona la teoría con la práctica;
- 2) El sujeto investigador es un práctico, es decir, ejerce algunas tareas;
- 3) Este sujeto estudia sus acciones, sus prácticas, lo que implica una especie de “autorreflexión investigación”.

El objetivo fundamental de la investigación-acción consiste en mejorar la práctica en vez de generar conocimientos. La producción y utilización del conocimiento se subordina a este objetivo fundamental y está condicionado por él.

Quiere tener como alcance la estandarización de los mantenimientos preventivos y predictivos de equipo biomédico, esto con el fin de hacer los procesos más eficaces.

b) Población y Muestra

La población que se va tomar en cuenta son los hospitales de segundo nivel dentro del municipio de Querétaro.

El tamaño de la muestra es el tamaño del área biomédica en estos hospitales la cual es de once ya que se tomarán en cuenta el Hospital General de Querétaro (2), IMSS (4), ISSTE (3) y Hospital Niño y la Mujer (2)

c) Técnicas e Instrumentos

Herramientas que se va a utilizar en la investigación.

Para decir qué herramientas se ocuparán para la investigación es necesario decir el tipo de investigación que es la tesis a tratar, la cual es una investigación de acción, la cual es llevada a cabo por parte de los prácticos sobre sus propias prácticas. Lo cual parece implicar varias ideas:

- a) Se parte de la base de que se relaciona la teoría con la práctica;
- b) El sujeto investigador es un práctico, es decir, ejerce algunas tareas;
- c) Y este sujeto estudia sus acciones, sus prácticas, lo que implica una especie de “autorreflexión investigación” (Rojas, 2011).

“El objetivo fundamental de la investigación-acción consiste en mejorar la práctica en vez de generar conocimientos. La producción y utilización del conocimiento se subordina al objetivo fundamental y está condicionado por él” (Pinto, 2007).

Por esta razón se utilizará como mayor herramienta de recolección de datos la entrevista semiestructurada dirigida a expertos en la materia, es decir, a los encargados del área biomédica o similares en los hospitales públicos de segundo nivel en el Municipio de Querétaro.

Una entrevista semiestructurada tiene las siguientes características (Bravo, 2013):

- Contar con una guía de entrevista, con preguntas agrupadas por temas o categorías, con base en los objetivos del estudio y la literatura del tema.
- Elegir un lugar agradable que favorezca un diálogo profundo con el entrevistado y sin ruidos que entorpezcan la entrevista y la grabación.
- Explicar al entrevistado los propósitos de la entrevista y solicitar autorización para grabarla o videograbarla.
- Tomar los datos personales que se consideren apropiados para los fines de la investigación.

- La actitud general del entrevistador debe ser receptiva y sensible, no mostrar desaprobación en los testimonios.
- Seguir la guía de preguntas de manera que el entrevistado hable de manera libre y espontánea, si es necesario se modifica el orden y contenido de las preguntas acorde al proceso de la entrevista.
- Con prudencia y sin presión invitar al entrevistado a explicar, profundizar o aclarar aspectos relevantes para el propósito del estudio.
- La información puede ser muy superficial, limitando la posibilidad de profundizar en un aspecto determinado. Difícil obtener información confidencial.

En la entrevista semiestructurada, durante la propia situación de entrevista el entrevistador requiere tomar decisiones que implican alto grado de sensibilidad hacia el curso de la entrevista y al entrevistado, con una buena visión de lo que se ha dicho. Por ejemplo, ante una pregunta que ya se haya respondido, tal vez de paso, se tendrá que decidir si se realiza de nuevo para obtener mayor profundidad o dejarla fuera. Otro reto es el manejo de un tiempo limitado y el interés por hacer todas las preguntas del manual. Asimismo, el entrevistador debe estar alerta de su comportamiento no verbal y sus reacciones ante las respuestas, para no intimidar o propiciar restricciones en los testimonios del entrevistado (Bravo, 2013).

En la entrevista semiestructurada también se decide de antemano qué tipo de información se requiere y en base a ello – de igual forma- se establece un guion de preguntas. No obstante, las cuestiones se elaboran de forma abierta lo que permite recoger información más rica y con más matices que en la entrevista estructurada.

En la entrevista semiestructurada es esencial que el entrevistador tenga una actitud abierta y flexible para poder ir saltando de pregunta según las respuestas que se vayan dando o, inclusive, incorporar alguna nueva cuestión a partir de las respuestas dadas por la persona entrevistada. Este tipo de entrevista será dirigida a expertos como ya antes mencionamos (Bertomeu, 2021).

d) Instrumento de recolección de datos.

Yo, Gloria Serena Soria Delgado estudiante de la Maestría en Gestión de la Tecnología en la Universidad Autónoma de Querétaro y en calidad de investigadora del proyecto “Propuesta de manual de procedimientos de mantenimiento preventivo y predictivo en Hospitales de segundo nivel”, quisiera empezar esta entrevistas para entender las variables que se relacionan con la gestión del mantenimiento hospitalario, para lo cual su apoyo en la investigación sería muy valioso, por tanto, con base en esta entrevista semiestructurada le pido acceso a la siguiente información:

1. ¿Cuáles y cuántas áreas existen en este hospital?
2. ¿Cuál es la cantidad de equipo médico que poseen?
3. ¿Usted(es) priorizan el equipo médico a su cargo, en caso de ser así en qué se basa la priorización?
4. ¿Cuáles son los equipos que más fallan, los que son más utilizados y los que tienen contratos?
5. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario se le presente una falla?
 Diario Una vez por semana Una vez al mes Una vez cada 3 meses Menos frecuentemente
6. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario reporte una falla?
 Diario Una vez por semana Una vez al mes Una vez cada 3 meses Menos frecuentemente
7. ¿Cuáles son las medidas que ustedes toman para evitar estas fallas en equipos médicos?
8. ¿Cómo es gestionado el mantenimiento preventivo en estos equipos médicos?
9. ¿Usted(es) capacitan al personal que está en contacto con el equipo médico, para que pueda usar correctamente el equipo médico, así como para detectar anomalías en el mismo y poder reportarlas?
 Si No

10. ¿Usted(es) conocen o utilizan alguna aplicación/software para poder gestionar los diferentes tipos de mantenimiento?

Sí No

11. ¿Usted(es) tienen un programa calendarizado de cuando se debe realizar el mantenimiento preventivo de todas las maquinas en el hospital?

Sí No

- a. En caso de si tener este calendario, ¿Qué tan estricto se sigue y qué ocurre si se presenta una falla en el equipo antes de que a este le toque su mantenimiento preventivo, como se prosigue con este en el calendario?
- b. En caso de ser no, ¿Cómo realiza un mantenimiento preventivo? ¿Usted cree de utilidad tener uno?

12. En caso de si tener este calendario, ¿Les resulta útil para poder realizar también mantenimiento predictivo del equipo?

Sí No

13. ¿Cuáles son las bases que ustedes utilizan para realizar el mantenimiento de su equipo médico (manuales, capacitaciones de proveedores, experiencia)?

Manuales Capacitación de proveedores Experiencia

- a. ¿Conoce en su organización la existencia de manuales de procedimientos de mantenimiento, si es así están capacitados para usarlos, se les da la importancia necesaria a los mismos o solo los poseen por trámites burocráticos?

14. ¿Cuáles son los procesos que mejor funcionan dentro del hospital para reducir al máximo el tiempo de falla de los equipos?

15. ¿Qué tipo de personal cuenta para el equipo de biomédica y/o mantenimiento y cuál es el proceso que se sigue para asegurar que se hace el correcto mantenimiento de recursos materiales o inventarios?
16. ¿Usted(es) como gestionan los equipos que tienen contrato y qué pasa con los mismos cuando dicho contrato expira?
17. ¿Cuáles son los problemas más recurrentes dentro de la gestión de mantenimiento en los diversos equipos médicos?
18. ¿Qué acciones se realizan para minimizar este tipo de errores?

7. Resultados y discusión

A partir de las preguntas anteriores, se recopilaron los resultados que se mostraran a continuación, si se gusta hondar en las repuestas específicas de cada hospital favor de referirse al Apéndice Q “Entrevistas realizadas”.

1. ¿Cuáles y cuántas áreas existen en este hospital?

Las áreas dentro de un hospital son determinadas y reguladas por la norma NOM-016-SSA-2012, esta norma es la que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales de atención médico especializada, por lo tanto, la respuesta de los hospitales debería seguir un cierto standard pero no es así, al menos en respuesta de los encargados del área biomédica, no es muy congruente con la normativa que debería seguir, si ellos no saben cuáles son sus áreas de responsabilidad es más difícil darle la atención merecida a las mismas, es decir, el primer paso estaría en delimitar las áreas que deben estar bajo su responsabilidad según el hospital en que nos encontremos, estandarizando los nombres y los equipos necesarios en las mismas.

La mayoría de los hospitales a los que tuvimos acceso tienen menos de 20 áreas, con más de 800 equipos, esto es importante para saber cuál es la responsabilidad que los ingenieros biomédicos poseen y porque gestión su equipo de la manera en que lo hacen más adelante.

2. ¿Usted(es) priorizan el equipo médico a su cargo, en caso de ser así en qué se basa la priorización?

Todos los hospitales encuestados priorizan los equipos a su disposición si bien lo hacen de diversas maneras todos tienen en común la importancia de priorizar los equipos. Sin embargo, en como lo hacen se obtuvieron diversidad de respuestas, todas bastantes significativas para el manual de mantenimiento si bien en nuestro marco teórico nos enfocamos en el Modelo de Fennigkoh y Smith, también es de suma relevancia tomar en cuenta otros métodos utilizados en los hospitales que hacen funcionar todos los tipos de mantenimiento, con el fin de optimizar el Modelo ya existente de Fennigkoh y Smith,

tomando en cuenta otros factores como es la relevancia del equipo dentro del hospital según la especialización del mismo, también hay que tomar en cuenta, otras certificaciones como las del CENETEC, que, aunque actualmente ya no es tan vigente podrían darnos la posibilidad de ampliar el panorama.

3. ¿Cuáles son los equipos que más fallan, los que son más utilizados y los que tienen contratos?

Esta respuesta fue poco concluyente en general, por la diversidad de respuestas que fueron proporcionadas, podemos recalcar como si existe equipos que tienden a fallar más en general como lo son los de imagenología, los ventiladores, equipos de quirófano, los de laboratorios, equipos de cuneros, monitores y desfibriladores, por lo tanto sería importante recalcar que por recomendación debería darse a estos equipos más prioridad por experiencia de uso, también es importante que tiende a repetirse que los más usados son evidentemente los que más fallan existiendo una relación directa entre uso y falla, algo a considerar al momento de programar los mantenimientos.

Por otro lado, podemos concluir es que los equipos bajo contrato son aquellos que son de alta especialidad que se adquieren precisamente con marcas muy conocidas en el ramo, como es el caso de los equipos de imagen o laboratorio, también los encargados del área tienden a poner bajo contrato aquellos que más se utilizan en el hospital.

4. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario se le presente una falla?

Podemos notar que los resultados son muy dispares la mayoría de los hospitales sus usuarios presentan fallas diarias, mientras que otros pocos les presentan fallas cada 3 o 6 meses, es importante resaltar que, al parecer el tipo de priorización basado en soporte de vida, por si solo puede ser deficiente al momento de prevenir las fallas, es decir, que se deben integrar más factores a considerar al momento de la priorización, para que los mantenimientos sean más eficaces.

5. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario reporte una falla?

Esta respuesta nos demuestra, que los procedimientos no se siguen de manera correcta, esto debido a que existen incongruencias con respecto al índice de fallas que se le presenta al usuario y los reportes que son llenados de las mismas, esto quiere decir que se hacen más reparaciones de las que están registradas, esto repercute al equipo ya que si no se tiene un registro completo de lo que se le hace a cada uno de ellos, se pierde información valiosa la cual puede ayudar a calendarizar mejor los mantenimientos preventivos y evitar tantos mantenimientos correctivos.

6. ¿Cuáles son las medidas que ustedes toman para evitar estas fallas en equipos médicos?

Las respuestas obtenidas nos demuestran la importancia de acciones significativas como lo son el mantenimiento preventivo, las capacitaciones al personal, las revisiones diarias. Además de las sugerencias y cuidados de los proveedores.

7. ¿Cómo es gestionado el mantenimiento preventivo en estos equipos médicos?

La manera en que los hospitales tiende a gestionar el mantenimiento preventivo es a través de como ya habíamos mencionado la priorización del equipo, sin embargo también se toman otras medidas para eficiente este mismo, como es el caso de la calendarización de los mantenimientos preventivos, esto a su vez ayuda con la administración de sus recursos, además de que permite que los proveedores brinden los servicios cuando es debido, sin embargo también es importante recalcar la importancia de las revisiones diarias aunque más superficiales de los equipos, lo cual también ayuda a que el equipo esté en óptimas condiciones cuando llegue el momento de realizar el mantenimiento preventivo.

8. ¿Usted(es) capacitan al personal que está en contacto con el equipo médico, para que pueda usar correctamente el equipo médico, así como para detectar anomalías en el mismo y poder reportarlas?

Es evidente que todos los hospitales que se entrevistaron capacitan a todo su personal, por lo que es evidente que todos ellos concuerdan en que es de suma relevancia capacitar al personal, debido a que mientras ellos más conozcan el equipo, la probabilidad de que se les

presente una falla disminuye, siendo un factor a considerar dentro del mismo mantenimiento del equipo.

9. ¿Usted(es) conocen o utilizan alguna aplicación/software para poder gestionar los diferentes tipos de mantenimiento?

Los hospitales en su mayoría conocen de este tipo de herramientas, pero es recalable que algunos de ellos no lo hacen, lo que puede hacer que posiblemente no las usen por desconocimiento, así mismo si bien algunos las conocen por la falta de recursos, no pueden acceder en general a estas, siendo un manual de más utilidad, ya que no tendría un costo extra, ni de un herramienta (computadora, teléfono, etc.) para poder utilizarla, solo seguir un diagrama de flujo con las recomendaciones que competen a la necesidad del encargado de área que lo esté revisando, optimizando las herramientas propias.

10. ¿Usted(es) tienen un programa calendarizado de cuando se debe realizar el mantenimiento preventivo de todas las maquinas en el hospital?

Si bien no todos los hospitales conocen las herramientas tecnológicas actuales para poder crear una calendarización más profesional, la mayoría de los hospitales si siguen un calendario para hacer sus mantenimientos, por lo tanto, recalca la relevancia de llevar un calendario en este tipo de instituciones, además de que trata de seguirse al pie de la letra en la mayoría de los caso, siendo de gran prioridad para ellos, mientras más información se tenga de sus equipos, el calendario será de mayor utilidad, previniendo lo más posibles las fallas.

11. En caso de si tener este calendario, ¿Les resulta útil para poder realizar también mantenimiento predictivo del equipo?

Estas respuestas reflejan que no se le da la importancia necesaria al mantenimiento predictivo, en los hospitales tanto públicos como privados de la ciudad de Querétaro, evidente desde que información tan valiosa como lo son el levantamiento de reportes correctamente, evita que se llegue a un mantenimiento predictivo realmente útil.

12. ¿Cuáles son las bases que ustedes utilizan para realizar el mantenimiento de su equipo médico (manuales, capacitaciones de proveedores, experiencia)?

El mantenimiento del equipo biomédico en la mayoría de los hospitales es basado en Manuales y en la experiencia de los ingenieros a cargo del área, sin embargo, también se basa en la capacitación de los proveedores y en caso de tener simuladores, que pasen las pruebas de los mismos, si bien todos la mayoría de los hospitales dice basarse en los manuales para su mantenimiento, en la vida real, poco de ellos realmente les prestan la atención necesaria, básicamente al ser muy largo y técnicos tienden a guiarse más por la experiencia.

13. ¿Qué tipo de personal cuenta para el equipo de biomédica y/o mantenimiento y cuál es el proceso que se sigue para asegurar que se hace el correcto mantenimiento de recursos materiales o inventarios?

En la mayoría de los hospitales existen un ingeniero biomédico a cargo del área biomédica, sin embargo, también existen ingenieros de otras áreas siendo los responsables, así como técnicos y otra clase de profesionistas, por lo que el manual debe de estar redactado de tal manera que tanto ingenieros biomédicos y especialista puedan ocuparlo, hasta técnicos, todo esto con el fin de asegurarnos que sea utilizado y aprovechado para cualquier persona que tenga acceso al equipo.

14. ¿Usted(es) como gestionan los equipos que tienen contrato y qué pasa con los mismos cuando dicho contrato expira?

Los contratos tienden a gestionarse anualmente, por lo tanto, debe de ser previstos los mismos en las calendarizaciones, para así prever y no quedarse sin ellos en caso de ser necesarios, todo esto con el fin de optimizar el funcionamiento de los equipos.

15. ¿Cuáles son los problemas más recurrentes dentro de la gestión de mantenimiento en los diversos equipos médicos?

Los problemas más recurrentes dentro de los hospitales públicos es el presupuesto, aunque los hospitales privados también tienen problemas presupuestales en general, ya que carecen muchas veces de insumos, sin embargo, otro de los problemas se encuentra en la

planificación de actividades, es decir que la calendarización no es la mejor en los mismos. Es importante resaltar que el área biomédica es un área vinculada estrechamente con el área administrativa y presupuestaria del hospital, para hacer funcionar lo mejor posible el área debemos gestionar lo mejor posible los mantenimientos, ya que así podremos optimizar los recursos utilizados y proveer los insumos que se necesitarían de los equipos antes de tiempo y así hacer los trámites correspondientes con el tiempo necesario, para reducir en general los tiempos muertos del equipo.

16. ¿Qué acciones se realizan para minimizar este tipo de errores?

Las acciones para reemplazar este tipo de errores nos comentan que podrían ser las capacitaciones para mejorar el uso del equipo, lo cual a su vez ayude a abrir la comunicaciones con las áreas en cuestión lo que daría como resultado que el mayor número de equipos estuvieran disponibles en todo momento, así mismo es importante recalcar que sumado a las capacitaciones las cuales si deben de ser calendarizadas, un calendario formal donde no nada más estas sean integradas sino que también las fechas de los mantenimientos propios y los realizados por los proveedores. El proceso de calendarización a su vez al ayudar a la optimización del tiempo, permitirá al encargado del área asegurarse de que los equipos que se adquieren son de la mejor calidad posible, que los proveedores contratados externamente son los mejores para así asegurar que los equipos adquiridos tengan el rendimiento esperado a largo plazo.

*Como dato extra se conoce la importancia de que las tomas de agua, electricidad, de oxígeno y de otros gases sean las correctas, tomando en cuenta las variaciones eléctricas las cuales pueden afectar gravemente los equipos, así como el no tratamiento de aguas correctas puede hacer que las máquinas de CEyE se averíen constantemente, así mismo que es necesario asegurar presiones específicas en los gases para el correcto funcionamiento de equipos de ventilación en general, sin embargo es algo que en este manual no se tomara en cuenta por ser un tema extenso regulado por Normas Oficiales Mexicanas.

Gracias a las respuestas anteriormente explicadas vamos a hacer relaciones de funcionamiento, para ver cuáles son los procesos que más ayudan al buen desarrollo de los diversos mantenimientos, para estas comparaciones la respuesta base será la frecuencia en que se presentan las fallas en estos hospitales, en la siguiente figura 5 mostraremos los resultados compilados para luego hacer una comparativa de la misma.

Tabla 5

Tabla comparativa de variables en hospitales públicos y privados de la ciudad.

	Hospital 1	Hospital 2	Hospital 3	Hospital 4	Hospital 5	Hospital 6	Hospital 7	Hospital 8
Incidencia de que al usuario se le presente una falla	Diario	Una vez cada 3 meses	Diario	Diario	Una vez por semana	Menos frecuente	Diario	Diario
Medidas preventivas para evitar fallas del equipo	Mantenimiento preventivo	-Mantenimiento -Proveedores	Capacitación	-Capacitación -Diario bitácoras	-Mantenimiento preventivo -Capacitación	-Mantenimiento preventivo -Capacitación	Mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo	-Mantenimiento preventivo -Diario bitácoras
Gestión de mantenimiento preventivo de los equipos	Check-list	Proveedor	Calendarización	Proveedor	-Se usa modelo Fennigloh-Smith -Calendarización	-Gestión de recursos -Priorización -Evaluando la frecuencia de mantenimiento	Calendarización	Calendarización
Que tan estrictamente se sigue el calendario	Se sigue al 80%	Cada 6 meses de manera estricta	Se sigue al 95%	Se sigue al 50%	Se sigue menos del 50%	Se sigue puntualmente	Se cumple al 90%	Se sigue estrictamente
Bases para realizar el mantenimiento del equipo	-Manuales -Capacitación de proveedores -Experiencia	-Manuales -Otros	-Manuales -Experiencia -Simuladores	-Manuales -Capacitación de proveedores -Experiencia	-Manuales	-Capacitación de proveedores -Experiencia	-Manuales -Experiencia	-Manuales -Capacitación de proveedores -Simuladores
Reducción del tiempo de falla de los equipos	-Mantenimiento preventivo -Cheques diarios	-Mantenimiento preventivo -Proveedor	-Mantenimiento preventivo	-Mantenimiento preventivo -Capacitación de mantenimiento	-Capacitación a los usuarios	-Mantenimiento preventivo -Stock de refacciones y accesorios	-Mantenimiento preventivo -Programa de mantenimiento	-Mantenimiento preventivo -Chequeo diarios
Minimizar errores de gestión de mantenimiento	-Capacitación del personal	-Información sobre el buen uso del equipo -Evitar variaciones de voltaje	-Esperar más recursos financieros	-Nada depende de los recursos financieros	-Comunicación con las áreas para contar con los equipos y no para los servicios	-Calendarización propia y por parte de proveedores	-Buen proceso de adquisición, equipos de calidad, insumos accesibles y calidad de servicios	-No se puede hacer mucho, existen áreas grises al respecto.

Fuente: Elaboración propia.

Me di cuenta que la mayoría de los Hospitales se les presentan fallas diario lo que quiere decir que existen fallos evidentes es como gestionan su equipo biomédico esto independientemente si son hospitales privados o públicos, sin embargo, el Hospital 6 es significativamente superior porque su incidencia de fallas es bastante más baja que el promedio, esto podría ser debido a un par de procesos extra que realiza para su gestión entre ellos toma en cuenta los recursos financieros y evalúa la frecuencia de los mantenimientos haciendo si darse cuenta un mantenimiento predictivo, además de esto sigue estrictamente su calendario tanto propia como por parte de los proveedores , otra gran diferencia está en que ellos tratan de tener un stock de refacciones y accesorios, esto hace que al tenerlos a la mano

sea más fácil componer los equipos que fallan de manera más rápida o antes si quiera que esto suceda.

Otro caso interesante está en el que sucede en el Hospital 2 el cual también tiene una baja incidencia de presencia de fallos en equipo, en el caso de este hospital lo único diferente que hace con respecto a otros hospitales es que trata de informar a los usuarios sobre el buen uso del equipo y evitar variaciones de voltaje para así no dañar a los equipos cuando esta ocurran, sin embargo, todo lo demás es bastante similar a lo que hacen otros hospitales, por lo que la razón de que este hospital sea mejor gestionado radica en la calidad de sus servicios realizados por personal.

De esto último, es de suma relevancia los procesos llevados a cabo por el hospital, pero la calidad de los mismos es lo que marca la diferencia en la incidencia de fallos en los equipos, es importante hacer mantenimientos y gestión del departamento en general, pero siestos no se hacen de manera correcta o sin bases sólidas pierden eficacia, para evidencia de esto está el que tan estrictamente se sigue el calendario que si bien no es una variable contundente si es un buen indicador, por ejemplo el hospital 6 cumple estrictamente su calendario, pero donde se presenta más frecuentemente las fallas tiende a no seguirse al 100% este calendario, es decir que en teoría si hacen mantenimientos preventivos con bases en manuales, capacitaciones y experiencias, pero si no se preocupan en evaluar la calidad es como si no se hiciera básicamente, de ahí la relevancia de crear estándares de calidad de los mismos y diagramas de flujo que ayuden a que su seguimiento sea lo más sencillo para el personal que debe realizarlo.

CONCLUSIÓN

Los hospitales tanto privados como públicos en la Ciudad de Santiago de Querétaro priorizan el equipo biomédico solo que cada uno de ellos lo hace de manera diferente entre las priorizaciones más relevantes que encontramos fueron las siguientes: Priorización por soporte de vida, por tipo de estudio y número de equipos que se tiene, por área, por frecuencia de uso, por riesgo y basado en CENETEC.

Mientras que las maneras de gestionar los diversos mantenimientos fueron por medio de Check-list, proveedores, calendarios y en general la administración de recursos, donde se basan en general por el Modelo de Fennigkoh-Smith y por su priorización en general del equipo, relacionando íntimamente las respuestas de nuestras encuestas.

Esta priorización da como resultado que el usuario por norma general presente y reporte fallas constantemente, es decir, que su priorización y el tipo de gestión de los hospitales en general es deficiente, si bien todos los hospitales capacitan a su personal, eso no ayuda mucho al momento de disminuir la frecuencia de estas fallas.

Otro factor importante dentro de nuestros resultados obtenidos es que la mayoría de los hospitales entrevistados calendarizan sus mantenimientos, los cuales los hacen basados en los manuales, su experiencia, la capacitación de los proveedores y con ayuda de simuladores, sin embargo pese a que ellos saben la importancia de la calendarización no llevan este calendario más allá, anulando el mantenimiento predictivo porque no registran absolutamente todos los mantenimientos tanto preventivos como correctivos, lo que nos daría como resultado la incorporación de mantenimiento predictivo y todos los beneficios que estetraería consigo.

Gracias a las entrevistas realizadas es posible decir que actualmente no existe una estandarización en la gestión del equipo biomédico en los hospitales de Querétaro esto debido a que, en la mayoría de los hospitales, los ingenieros o técnicos a cargo de esta área en particular se basan más en su experiencia, en lugar de basarse en literatura o manuales ya publicados con anterioridad, esto es posible ver desde que existen 7 tipos de priorización dentro de los 8 hospitales entrevistados.

Otro factor importante a recalcar es el hecho de que si bien no existe un estándar nos podemos dar cuenta que es lo que más funciona en los hospitales e investigar más respecto a este método mejorándolo inclusive. Esta tesis tiene como finalidad demostrar como existe una heterogeneidad entre métodos de trabajo y que, si bien no está mal, si hay posibilidades de mejorar el proceso en general, todo en busca de incrementar la calidad de los servicios médicos que se ofrecen dentro del estado.

Si bien no todos los métodos son aplicables en hospitales de cualquier tamaño y un hospital con 20 camas censables no se compara con otro de 200 camas censables, los principios aplicados a los equipos en común deberían ser exactamente iguales para cualquier hospital que ofrezca un servicio de salud fiable en la actualidad.

Esta tesis nos dio como resultado una herramienta capaz de ayudarnos a la gestión tecnológica de hospitales de segundo nivel, ya que gracias a la investigación hecha nos percatamos que, si es posible la estandarización de procesos como la priorización de equipo electrobiomédico, acciones preventivas para evitar fallas en los equipos, un mejor control y respuesta a las fallas reportadas por los usuarios, seguimiento de la calendarización de los mantenimientos, así como el uso contante de bitácoras, check-list y la capacitación constante del personal por parte del departamento biomédico, con el fin de optimizar la gestión en general.

REFERENCIAS

- Alatrística, C. B. (2011). *Mantenimiento de los Establecimientos de Salud*. Lima: SINCO editores.
- Alburez, C. M. (2010). *PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO DEL*. Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
- Amador Guevara, J. (1981). *Hospital Y Salud Publica*. 9–12.
- Bambarén, C., & Alatrística, S. (2011). *Mantenimiento de los establecimientos de salud. Una guía para la mejora de la calidad y seguridad de los servicios*. Retrieved from http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/ONGS_0354.pdf
- Bonachera, Á. R. (24 de Mayo de 2018). México está “al borde de una crisis de salud pública”, dice el Instituto Mexicano para la Competitividad. CNN español.
- Centro de Investigación Económica y Presupuestaria, A. C. (2021). CIEP. Obtenido de <https://ciep.mx/presupuesto-para-salud-2021-prioridad-en-la-creacion-de-plazas-medicas/>
- Collazos, M., García, L. J., Ladino, J. A., Cano, A., & González, S. A. (2015). Análisis del estado actual de la Ingeniería Clínica en las instituciones hospitalarias de Cali. *Revista Ingeniería Biomédica*, 9, 73–80.
- Córdova Villalobos, J. Á., Ortiz Domínguez, M. E., Hernández Ávila, M., & De León-May, M. E. (2007). *Gestión de Equipo Médico*. Programa de Acción Especifico 2007-2012. *Gestión de Equipo Médico.*, 1, 53.
- Cortés-Martínez, A. E. (2010). La economía de la salud en el hospital. *Revista Gerenc. Polit. Salud, Bogotá* (Colombia), 138-149.
- David, A. M., Carrillo, P., & Cristina, A. (n.d.). Diagnóstico sobre la participación de los departamentos de ingeniería biomédica en la gestión de tecnología médica del Instituto de Salud del Estado de México. 1–13.
- D.F. Primero, J. D.-V. (2015). *Manual para la Gestión del Mantenimiento Correctivo de Equipos Biomédicos en la Fundación Valle del Lili*. *Revista Ingeniería Biomédica*, pp. 81-87.
- Doniz, A. (2011). *Tesis Implementación de mantenimiento preventivo/predictivo en equipo biomedico*.

- DRA. SARA TERESA VALDES RODRÍGUEZ. (2007). MANUAL DE ORGANIZACIÓN. Hospital Nacional de Maternidad DR. RAUL ARGUELLO ESCOLAN.
- Dr. Vignolo Julio, D. M. (2011). Niveles de atención, de prevención y atención primaria de la salud. *Archivos de Medicina Interna*, 33(1).
- México, al borde de una crisis de salud pública: IMCO. (06 de Agosto de 2018) El Financiero. Obtenido de <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/mexico-al-borde-de-una-crisis-de-salud-publica-imco/>
- EsSalud. (Junio de 2018). USO BÁSICO DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS. Obtenido de *BOLETÍN TECNOLÓGICO N°01-2018*: http://www.essalud.gob.pe/ietsi/BOLETINES_TECNOLOGICOS/pdf/boletin_tecnologico_001_2018.pdf
- Cruz Fandiño, C. (2018). La ingeniería biomédica: aplicación e impacto de la tecnología en salud. #ashtag, (11), 23-36. <https://doi.org/10.52143/2346139X.530>
- Francisco Javier Guelbenzu Morte, P. L. D. A. (1990). Organización del mantenimiento en centros sanitarios. Instituto Nacional de La Salud Secretaria General.
- García, A. (2007). Control de las funciones operativas de un Departamento de Ingeniería Biomédica. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 28(1), 13–20. Retrieved from <http://www.medigraphic.com/pdfs/inge/ib-2007/ib071e.pdf>
- Garrido, S. G. (2012). Ingeniería de mantenimiento. *Renovetec*, 1(1).
- Gobierno Federal. (Agosto de 2010). Biblioteca Virtual DGPLADES. Obtenido de Modelos de recursos para la planeación de unidades médicas de la Secretaría de Salud: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/biblioteca-virtual-dgplades>
- Guevara, D. J. (25 de Febrero de 2022). HOSPITAL Y SALUD PUBLICA. Obtenido de Binasss: <https://www.binasss.sa.cr/bibliotecas/bhp/cupula/v5n8/art3.pdf>
- Lama, S. de. (2008). El Entorno Hospitalario (p. 46). p. 46.
- Lazaro, V. (1995). Sistemas y procedimientos: Un manual para los negocios y la industria. Obtenido de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/22008/capitulo2.pdf>
- MAGALLON, A. D. (2011). IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO/PREDICTIVO EN EQUIPO BIOMEDICO EN EL INSTITUTO

- MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL. Tula, Hidalgo: Universidad Tecnológica Tula.
- MARTÍNEZ, J. F. (2011). Desarrollo histórico de la IB . Universitat id València.
- Méndez, J. S. (29 de Septiembre de 2021). Centro de Investigación Económica y Presupuestaria. Obtenido de <https://ciep.mx/presupuesto-para-salud-en-2022-prioriza-imss-bienestar-primer-y-segundo-nivel-de-atencion/>
- Mexicana, N. O. (22 de Junio de 2010). Diario Oficial de la Federación. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284306&fecha=08/01/2013
- México, S. de S. I. de S. del E. de. (2005). Manual General De Organizacion Del. Gobierno Del Estado de México. Retrieved from [http://salud.edomex.gob.mx/html/uma/manual/MANUAL GENERAL ORGANIZACION.pdf](http://salud.edomex.gob.mx/html/uma/manual/MANUAL_GENERAL_ORGANIZACION.pdf)
- Médicos, Y. U. S. O. D. E. L. O. S. D. (2012). Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico. Organización Mundial de La Salud.
- Monitoreo Social del Consenso de Montevideo Sobre Población y Desarrollo. (12 de 07 de 2015). miraquetemiro.org. Obtenido de https://data.miraquetemiro.org/sites/default/files/documentos/6criterios_clasif_riesgos_an_DM_251108%201.pdf
- Nacional, E., Unidos, E., & Secretaría, M. (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 .
- Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-241-SSA1-2018. (14 de Junio de 2019). PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-241-SSA1-2018, Buenas prácticas de fabricación de dispositivos médicos. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5562796&fecha=14/06/2019&print=true
- Organización Mundial de la Salud (OMS, 2012). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Serie de Documentos Tecnicos de La OMS Sobre Dispositivos Médicos, 14–23. Retrieved from http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44830/1/9789243501536_spa.pdf
- Ortega, A. (05 de Agosto de 2021). Expensión Política. Obtenido de

<https://politica.expansion.mx/mexico/2021/08/05/coneval-15-6-millones-de-personas-sin-acceso-a-la-salud-con-amlo>

Posadas, D. M. (2007). Importancia de la Ingeniería Clínica. *REVISTA MEXICANA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA*.

Prensa. (17 de Septiembre de 2020). Reflexiones para una nueva realidad: Sostenibilidad y financiamiento del Sistema Nacional de Salud. Obtenido de <https://amiif.org/robustecer-los-sistemas-de-salud-regionales-solucion-a-los-problemas-de-financiamiento-del-sector-salud/>

Prieto, F., Raúl, H. J., & Uribe, R. (2007). Ingeniería clínica. *Gac Méd Mex*, 131(1).

Rodríguez, I. (11 de Octubre de 2021). El economista. Obtenido de Alertan alza en reportes por desabasto de medicinas: <https://www.economista.com.mx/politica/Alertan-alza-en-reportes-por-desabasto-de-medicinas-20211011-0153.html>

Romero, M. M. P. (2010). Manual de Bioética para ingenieros biomédicos. Universidad de La Sabana, 210.

SALAZAR, K. E. (2008). Manual de protocolo de mantenimiento de equipos biomédicos para el hospital Susana López de Valencia E.S.E. SANTIAGO DE CALI: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE.

Salinas, N. E. (2014). *El rol del ingeniero agrónomo* (Tesis de licenciatura de ingeniero agrónomo zootecnista). 83, 167–169.

Salud, S. de. (2016). MANUAL para la acreditación de establecimientos y servicios de atención médica.

Sánchez, F. L. (2016). El mantenimiento. Universidad Autónoma de Hidalgo, 39–61.

Sen Salinas Diana Antonieta, A. S. (4 de Junio de 2015). Congreso Nacional de tecnología aplicada a ciencias de la salud. Obtenido de MODIFICACIÓN DEL ALGORITMO DE FENNIGKOH Y SMITH PARA EL CÁLCULO DE LA FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS MÉDICOS: https://www-optica.inaoep.mx/~tecnologia_salud/2015/memorias/pdf/MyT2015_71_E.pdf

Silva, C. G. (1996). Manual de mantenimiento de los servicios de salud: Instalaciones y bienes de equipo. Manuales Operativos PALTEX , 1-90.

SIMA. (2014). Software mantenimiento preventivo Software gestion recambios Software gestión herramientas Software gestión lubricación Equipos de mantenimiento

predictivo Equipos alineación laser del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes , e. Mantenimiento Planificado, 1–13.

Taborda, R. (2006). El Ingeniero Clínico y su rol en un Hospital. 1–5. Retrieved from [http://www.nib.fmed.edu.uy/Seminario 2006/Trabajos estudiantes 2006/Taborda, Rodrigo.pdf](http://www.nib.fmed.edu.uy/Seminario_2006/Trabajos_estudiantes_2006/Taborda_Rodrigo.pdf)

Tecnolog, D. E., & Salud, A. S. E. N. (2018). Uso básico de los equipos biomédicos. Boletín Tecnológico, 01.

Tejeiro, B. (Noviembre de 2000). *El Hospital, empresa de servicios*. Obtenido de <https://www.fundacionsigno.com/archivos/editor/Profesor%20Barea.pdf>

Thevenet, D. (2008). CEEIBS. Obtenido de Curso de Electricidad, Electrónica e Instrumentación Biomédica con Seguridad: http://www.nib.fmed.edu.uy/ceeibs/Clase_07.pdf

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, n.d.). ¿Qué es la calidad? Informática Médica, 1–9.

Universidad Nacional Autónoma de México. (Enero de 1994). Guía técnica para la elaboración de manual de procedimientos. Obtenido de https://www.ingenieria.unam.mx/planeacion/manual_proc/docs/GT_%20para_la_Elaboracion_de_Manuales_de_Procedimientos.pdf

Vergara, M. E. (Julio de 2017). LOS MANUALES DE PROCEDIMIENTOS COMO HERRAMIENTAS DE CONTROL INTERNO DE UNA ORGANIZACIÓN. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000300038

Von, K., & Huergo, P. J. (2016). Los procesos de gestión. Servicios Abc Gov, 1–5.

Zamorano, M. A., Codirector, V. C., & Mart, A. V. (2012). Preventivo Para Un Hospital

Thevenet, D. (2008). CEEIBS. Obtenido de Curso de Electricidad, Electrónica e Instrumentación Biomédica con Seguridad: http://www.nib.fmed.edu.uy/ceeibs/Clase_07.pdf

ANEXO

APÉNDICE A

RADIOLOGÍA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión.

A.1 Gabinete de Rayos “X”

A.1 .1 Equipo de radiodiagnóstico; soporte de tubo; seriógrafo con intensificador de imagen (para equipo con fluoroscopia), bucky vertical;

A.1.2 Espesómetro graduado en cm y/o pulgadas;

A.1.3 Lámpara de haz dirigitible;

A.1.4 Mampara de protección con vidrio plomoso;

A.1.5 Lámpara de seguridad para cuarto oscuro, con filtros;

A.1.6 Revelador de carga automática o manual;

A.1.7 Sistema de secado de radiografías (placas) cuando es revelado manual;

A.1.8 Sistema para marcar placas;

A.1.9 Tanque de revelado manual;

A.1.10 Negatoscopio.

A.1.11 Tomógrafo computarizado

A.1.12 Equipo de radiodiagnóstico de mama;

APÉNDICE B

ULTRASONIDO

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión.

B.1.1 Equipo completo de ultrasonido con unidad de registro de imágenes.

APÉNDICE C

CIRUGÍA GENERAL Y BUCO-DENTOMAXILAR

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

C.1.1 Aspirador de succión regulable;

C.1.2 Equipo para anestesia;

C.1.3 Estetoscopio;

C.1.4 Esfigmomanómetro;

C.1.5 Lámpara para emergencias portátil;

C.1.6 Lámpara doble para cirugía;

C.1.7 Monitor de signos vitales: ECG, presión arterial por método no invasivo, temperatura y oxímetro;

C.1.8 Negatoscopio;

C.1.9 Unidad electroquirúrgica.

C.1.10 Carro camilla para recuperación;

C.1.11 Equipo móvil de rayos x;

C.1.12 Mesa de cirugía

C.1.13 Desfibrilador

APÉNDICE D

DERMATOLOGÍA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

D.1.1 Lámpara con lupa de tres dioptrías;

D.1.2 Equipo de fulguración

APÉNDICE E
GINECO-OBSTETRICA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

- E.1.1 Amplificador de latido fetal y de contracciones uterinas o su equivalente tecnológico;
- E.1.2 Aparato para cauterizar o fulgurador;
- E.1.3 Sistema de esterilización por calor seco o húmedo y para guarda de material estéril (para consultorios independientes);
- E.1.4 Mesa de exploración ginecológica;
- E.1.5 Cama-camilla para trabajo de parto;
- E.1.6 Esfigmomanómetro;
- E.1.7 Estetoscopio;
- E.1.8 Estetoscopio de Pinard (o equipo equivalente para captar, contar o graficar los ruidos cardiofetales);
- E.1.9 Estuche de diagnóstico con oftalmoscopio;
- E.1.10 Lámpara de haz dirigitible.
- E.1.11 Aspirador portátil para succión regulable;
- E.1.12 Báscula pesabebés;
- E.1.13 Equipo básico para anestesia;
- E.1.14 Lámpara para emergencias portátil;
- E.1.15 Desfibrilador

APÉNDICE F

NEUMOLOGÍA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

F.1.1 Espirómetro o sustituto tecnológico;

APÉNDICE G

OTORRINOLARINGOLOGÍA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

G.1.1 Sillón de exploración en otorrinolaringología, con movimiento circular y posibilidad para variar altura e inclinación;

G.1.2 Esterilizador;

G.1.3 Juego de aspiradores de oído números: 16 G, 18 G y 20 G;

G.1.4 Lámpara frontal o espejo frontal, en este caso es necesario contar con una lámpara con haz dirigitible;

G.1.5 Mango universal para espejo laríngeo;

G.1.6 Microscopio de pedestal o de pared, con iluminación halógena con doble lámpara, ajuste de dioptrías en oculares gran angular de 12.5x con objetivo de 200 mm;

G.1.7 Otoscopio con lente de aumento 2x con su juego de conos óticos;

G.1.8 Transiluminador;

G.1.9 Unidad de otorrinolaringología con motor para aspiración y aspersion equipada con nebulizador y frasco para lavado de oídos.

APÉNDICE H

PEDIATRÍA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

H.1.1 Báscula pesabebés;

H.1.2 Esfigmomanómetro con brazalete para infantes y escolares;

H.1.3 Infantómetro (puede ser parte de la mesa de exploración);

H.1.4 Refrigerador de 4.5 pies cúbicos (cuando cuenten con servicio de vacunación).

APÉNDICE I

OFTALMOLOGÍA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

I.1.1 Campímetro o su equivalente tecnológico;

I.1.2 Queratómetro o esquioscopio;

I.1.3 Lámpara de hendidura;

I.1.4 Lensómetro;

I.1.5 Oftalmoscopio;

I.1.6 Retinoscopio;

I.1.7 Tonómetro;

APÉNDICE J**URGENCIAS**

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

J.1.1 Báscula con estadímetro, en su caso báscula pesa bebé;

J.1.2 Esfigmomanómetro;

J.1.3 Estetoscopio;

J.1.4 Estetoscopio Pinard;

J.1.5 Estuche de diagnóstico completo;

J.1.6 Lámpara de haz dirigitible;

J.1.7 Negatoscopio.

J.1.8 Cama camilla;

J.1.9 Dosificador de oxígeno con humidificador.

J.1.10 Electrocardiógrafo de un canal;

J.1.11 Incubadora de traslado;

J.1.12 Incubadora para cuidados generales;

J.1.13 Refrigerador.

J.1.14 Estuche de disección;

J.1.15 Lámpara de haz dirigitible;

J.1.16 Negatoscopio;

J.1.17 Sierra para yesos, en su defecto, cizalla y gubia.

J.1.18 Esfigmomanómetro con manguito pediátrico;

J.1.19 Monitor de signos vitales: ECG, presión arterial por método no invasivo, temperatura y oxímetro.

J.1.20 Desfibrilador

APÉNDICE K

CENTRAL DE EQUIPO Y ESTERILIZACIÓN

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

K.1.1 Esterilizador.

APÉNDICE L

HOSPITALIZACIÓN

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

L.1.1 Cama de hospitalización adultos;

L.1.2 Báscula con estadímetro

L.1.3 Cama de hospitalización pediátrica;

L.1.4 Incubadora, en caso de atender pacientes neonatos.

APÉNDICE M

ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

M.1.1 Ortopedia y traumatología;

M.1.2 Sierra de Stryker;

APÉNDICE N

NUTRIOLOGÍA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

N.1.1 Báscula con estadímetro;

N.1.2 Báscula pesa bebé;

APÉNDICE Ñ

NEUROLOGÍA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

Ñ.1.1 Dinamómetro de mano;

APÉNDICE O
PROCTOLOGÍA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

O.1.1 Equipo de endoscopia;

O.1.2 Unidad electroquirúrgica.

APÉNDICE P

UROLOGÍA

En el siguiente apéndice solo se enlistará el equipo electro biomédico del área en cuestión

P.1.1 Cistouretróscopio mínimo con dos camisas 20 y 22 Fr. con sus aditamentos de fuente de poder y cables;

P.1.2 Mango de bisturí;

APÉNDICE Q

ENTREVISTAS REALIZADAS

En el siguiente apéndice se desglosan cada una de las entrevistas realizadas a los hospitales tanto públicos como privados de la ciudad de Querétaro, con la finalidad de tener una base sólida y clara en la discusión mostrada en el capítulo 7.

Entrevista Hospital Publico 1

5. ¿Cuáles y cuántas áreas existen en este hospital?

<i>Área de consulta</i>	<i>Terapia intensiva</i>	<i>básicamente</i>
<i>Área de especialidades</i>	<i>TOCO cirugía</i>	<i>tenemos todas las</i>
<i>Área de consultorios</i>	<i>Neonatos</i>	<i>especialidades</i>
<i>Área de hospitalización</i>	<i>En total se tienen más de</i>	
<i>Área de urgencias</i>	<i>50 área más</i>	
<i>Área de quirófanos</i>	<i>específicamente,</i>	

6. ¿Cuál es la cantidad y el tipo de equipo médico que poseen en estas áreas?

Nuestro universo de equipo médico es de 800 equipos.

7. ¿Usted(es) priorizan el equipo médico a su cargo, en caso de ser así en qué se basa la priorización?

Priorizamos el equipo médico por soporte de vida donde se encuentran ventiladores, desfibriladores, entre otros, esta clase de equipo son de principal prioridad y posteriormente los de diagnósticos con una menor prioridad.

Precisamente se priorizan así porque de uno depende precisamente la vida de un paciente.

8. ¿Cuáles son los equipos que más fallan, los que son más utilizados y los que tienen contratos?

Todos los equipos se utilizan frecuentemente, por ejemplo, el tomógrafo realiza alrededor de 80 y 90 tomografías al día, por lo tanto, todo el equipo que está aquí se utiliza, tenemos alrededor de 40 ventiladores, todos ellos están en uso, entonces todo es ocupado a diario.

Todos los equipos médicos que tienen patente están en contrato todos nuestros equipos Philips (tomógrafo, ultrasonido, etc.), GE, Siemens y todos los equipos que son en especial de una marca tienen contrato.

9. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario se le presente una falla?

Diario Una vez por semana Una vez al mes Una vez cada 3 meses Menos frecuentemente

10. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario reporte una falla?

Diario Una vez por semana No sabemos Frecuentemente 80% Menos frecuentemente

11. ¿Cuáles son las medidas que ustedes toman para evitar estas fallas en equipos médicos?
No nos dejan mucha oportunidad para realizar grandes medidas ya que el equipo está en constante uso, pero aun así se realiza el mantenimiento preventivo del equipo médico como medida de prevención.

2. ¿Cómo es gestionado el mantenimiento preventivo en estos equipos médicos?

Viene dependiendo del equipo y es la empresa que se encarga totalmente de este trayendo un check-list, el cual se va verificando punto por punto.

3. ¿Usted(es) capacitan al personal que está en contacto con el equipo médico, para que pueda usar correctamente el equipo médico, así como para detectar anomalías en el mismo y poder reportarlas?

Si No

4. ¿Usted(es) conocen o utilizan alguna aplicación/software para poder gestionar los diferentes tipos de mantenimiento?

Si No

5. ¿Usted(es) tienen un programa calendarizado de cuando se debe realizar el mantenimiento preventivo de todas las maquinas en el hospital?

Si No

- a. En caso de si tener este calendario, ¿Qué tan estricto se sigue y qué ocurre si se presenta una falla en el equipo antes de que a este le toque su mantenimiento preventivo, como se prosigue con este en el calendario? *El calendario se sigue un 80%*
- b. En caso de ser no, ¿Cómo realiza un mantenimiento preventivo? ¿Usted cree de utilidad tener uno?

6. En caso de si tener este calendario, ¿Les resulta útil para poder realizar también mantenimiento predictivo del equipo?

Si No

7. ¿Cuáles son las bases que ustedes utilizan para realizar el mantenimiento de su equipo médico (manuales, capacitaciones de proveedores, experiencia)?

Manuales Capacitación de proveedores Experiencia Simuladores Otros

8. ¿Cuáles son los procesos que mejor funcionan dentro del hospital para reducir al máximo el tiempo de falla de los equipos?

Haciendo mantenimiento preventivo y chequeos generales diarios para verificar que todos los equipos estén funcionando bien.

9. ¿Qué tipo de personal cuenta para el equipo de biomédica y/o mantenimiento y cuál es el proceso que se sigue para asegurar que se hace el correcto mantenimiento de recursos materiales o inventarios?

Técnicos polivalentes, mecánicos, eléctricos, plomeros, electrónicos, de ahí técnicos en equipo médico grado A (electrocardiógrafo, equipos sencillos), B (rayos X, equipos más complejos) y C (máquinas de anestesia, ventiladores, de tipo soporte de vida y quirófanos).

Nos aseguramos que se hace el correcto mantenimiento a través de unas hojas de servicios.

10. ¿Usted(es) como gestionan los equipos que tienen contrato y qué pasa con los mismos cuando dicho contrato expira?

Los contratos expiran este año, después de 3 años de contrato, y ahorita ya se mandó todos los requerimientos de todos los equipos que salen de garantía y entran al contrato normal, mencionando cuales equipos entraran a estos mismos, actualmente se está haciendo el contrato del siguiente año. Tratando de no quedarnos nunca sin contrato.

11. ¿Cuáles son los problemas más recurrentes dentro de la gestión de mantenimiento en los diversos equipos médicos?

El problema principal es el presupuesto y el desconocimiento de las personas, por ejemplo, ocurren más fallos cuando llegan internos nuevos, residentes, ya que el equipo está funcionando y ellos por su desconocimiento lo echan a perder.

12. ¿Qué acciones se realizan para minimizar este tipo de errores?

Con las capacitaciones de los internos y residentes, para esto se habla con la empresa para pedir capacitación.

Entrevista Hospital Publico 2

1. ¿Cuáles y cuántas áreas existen en este hospital?

Existen 20 áreas dentro del ISSSTE entre las cuales se encuentran

<i>Urgencias</i>	<i>Hemodinámica</i>	• <i>Endoscopia</i>
<i>Imagen</i>	<i>CEYE</i>	• <i>Patología</i>
<i>TOCO</i>	<i>UCIA</i>	• <i>Laboratorio</i>
<i>Quirófanos</i>	• <i>UCIN</i>	• <i>Banco de sangre</i>

- *Inhaloterapia*
- *Medicina física*
- *Medicina interna*
- *Hemodiálisis*
- *Ginecología*
- *Consulta externa*
- *Quimioterapia*
- *Cirugía*

2. ¿Cuál es la cantidad y el tipo de equipo médico que poseen en estas áreas?

Nuestro universo de equipo médico dentro de todo el hospital son aproximadamente 360 equipos médicos

3. ¿Usted(es) priorizan el equipo médico a su cargo, en caso de ser así en qué se basa la priorización?

Si se priorizan los equipos médicos, el orden de la prioridad es de la siguiente manera:

- *Tipo de estudios que realiza el equipo médico.*
- *Número de estudios que se realizan por equipo.*
- *Número de equipos que hay en cada área, de acuerdo a cada equipo, es decir, los equipos únicos tienen una mayor prioridad, porque de otros equipos donde tenemos varios, es posible dejar fuera de servicio alguno y no existe afectación en nuestras funciones.*

4. ¿Cuáles son los equipos que más fallan, los que son más utilizados y los que tienen contratos?

Los que más son utilizados y los que más fallan son los de imagenología, laboratorio y quirófano en ese orden. Para poder meter a un equipo en contrato el equipo médico se divide, para poder hacer esta división nivel central nos dio una circular desde el 2015 donde nos dice cuáles son los equipos susceptibles a póliza de mantenimiento y los que no, engloban prácticamente todos, los equipos que no se pueden meter a contrato son los de patología, banco de sangre y laboratorio, por lo tanto, en estas tres áreas nosotros damos el mantenimiento.

Los que si entran en póliza son los equipos que se justifica su contrato por medio del uso, es decir, los que están más altos en priorización, actualmente según la circular de nivel central se tendrían que poner bajo contrato 300 equipos médicos, de esos 300 solo

tenemos realmente 65 equipos bajo contrato, es decir, que si existe mucha diferencia para nosotros poder ofrecer un buen servicio en el hospital.

Así es como México malamente en mi punto de vista, ha tenido ese histórico contratan siempre los mismos equipos, porque ya es más fácil para ellos proveedor y licitar todo, ya que ya se tienen las bases y características de estos equipos, entonces actualmente nos han dejado en contrato los mismos equipos que históricamente tienen contrato. El contrato se hace de manera anual

5. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario se le presente una falla?

Diario Una vez por semana Una vez al mes Una vez cada 3 meses Menos frecuentemente

6. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario reporte una falla?

Diario Una vez por semana No sabemos Frecuentemente 80% Menos frecuentemente

7. ¿Cuáles son las medidas que ustedes toman para evitar estas fallas en equipos médicos?

Aquí lo que se hace en común acuerdo con el proveedor en caso de que las fallas sean muy recurrentes, se reporta directamente a nivel central, pidiendo una solución definitiva, aquí el proveedor tiene varias alternativas dentro de ellas y así lo estipula el contrato es que puede prestarnos un equipo en lo que se repara el nuestro de manera definitiva o bien lo que se hace es una serie de documentación las bitácoras, entre otros documentos, lo que yo hago de manera personal y en común acuerdo con el usuario, porque firma el proveedor, el usuario y un servidor, si la falla es muy recurrente yo no firmo a los proveedores, se les comenta que se necesita que el equipo se quede aprueba un mínimo de 15 o 20 días, si en ese tiempo el quipo ya no falla con gusto se firma de lo contrario no se firmara, eso lo obliga obviamente, esto lo hacen muchas veces porque el proveedor no quiere invertir en refacciones para los equipos, por lo que dejan el quipo lo mejor que puedan, con estas medidas se busca presionarlos obviamente porque al no firmarles ellos no pueden su facturación, evitando así que cobren, hasta el momento ha funcionado y se ha reparado de manera correcta.

8. ¿Cómo es gestionado el mantenimiento preventivo en estos equipos médicos?

En la licitación se contempla en el contrato que las empresas deben de dar mantenimiento preventivo cada seis meses sin fallas, ellos mismo se encargan de calendarizar este tipo de mantenimiento.

9. ¿Usted(es) capacitan al personal que está en contacto con el equipo médico, para que pueda usar correctamente el equipo médico, así como para detectar anomalías en el mismo y poder reportarlas?

Si No

10. ¿Usted(es) conocen o utilizan alguna aplicación/software para poder gestionar los diferentes tipos de mantenimiento?

Si No

11. ¿Usted(es) tienen un programa calendarizado de cuando se debe realizar el mantenimiento preventivo de todas las maquinas en el hospital?

Si No

a. En caso de si tener este calendario, ¿Qué tan estricto se sigue y qué ocurre si se presenta una falla en el equipo antes de que a este le toque su mantenimiento preventivo, como se prosigue con este en el calendario?

El calendario de mantenimientos preventivos se sigue cada seis meses de manera estricta, en caso de que un equipo tenga una incidencia en sus fallos, la plataforma no es capaz de actualizarlo automáticamente, pero nosotros tenemos la capacidad de actualizarlo fácilmente.

b. En caso de ser no, ¿Cómo realiza un mantenimiento preventivo? ¿Usted cree de utilidad tener uno?

12. En caso de si tener este calendario, ¿Les resulta útil para poder realizar también mantenimiento predictivo del equipo?

Sí No

13. ¿Cuáles son las bases que ustedes utilizan para realizar el mantenimiento de su equipo médico (manuales, capacitaciones de proveedores, experiencia)?

Manuales Capacitación de proveedores Experiencia Simuladores Otros

14. ¿Cuáles son los procesos que mejor funcionan dentro del hospital para reducir al máximo el tiempo de falla de los equipos?

Nosotros lo que hacemos es a través de los chicos que nos ayudan haciendo su servicio social y sus prácticas poderles dar a los equipos médicos un mantenimiento preventivo a los equipos, o bien a los equipos que tienen más carga de trabajo en común acuerdo con el proveedor, yo solicito que se atienda con mayor frecuencia, no cada seis meses, si no cada cuatro o cinco meses, por el tema históricos que ya sabemos, tenemos equipos médicos muy marcados como ejemplo CeyE que por la dureza del agua, por el vapor, entre otras cosas, fallan mucho, por lo que en común acuerdo con el proveedor ya se tienen los tiempos medidos en que duran las resistencias antes de quemarse, en acuerdo con ellos nos surten y de esa manera nosotros podemos repararlas de manera anticipada, adelantándonos a ese tema, esto nos ha funcionado con aquellos equipos que tenemos muy identificados .

15. ¿Qué tipo de personal cuenta para el equipo de biomédica y/o mantenimiento y cuál es el proceso que se sigue para asegurar que se hace el correcto mantenimiento de recursos materiales o inventarios?

Todo va de la mano nosotros hablando de un mantenimiento preventivo el proveedor trae su protocolo de mantenimiento el cual es un check-list de todo lo que se le realiza, en común acuerdo con el usuario yo le pido que estén muy pendientes en el cambio de refacciones, por ejemplo, tiene que mostrar las refacciones que va a colocar y tiene que mostrarnos las refacciones que quito, de esta manera nosotros nos cercioramos que efectivamente se hayan cambiado las refacciones, solo para verificar ya que nosotros no

nos quedamos con ellas, ya que el proveedor se las lleva, ese es el primer filtro, el segundo es que después de cada mantenimiento ya sea preventivo o correctivo, la obligación tanto de proveedor como del usuario es hacer pruebas con el mismo, incluso con paciente, de esa manera nosotros podemos verificar que el equipo ya esté funcionando de manera correcta, en caso de que se limpie memoria u otras cosas, el usuario también se encarga de verificar esa parte, de esta manera nosotros nos coordinamos y lo hacemos.

Nosotros confiamos mucho y estamos de la mano con el proveedor que es el que nos marca la pauta para decirnos se hace esto, si el mantenimiento contempla ciertas cosas o no, todo esto se queda por escrito en bitácoras de mantenimiento, en un reporte que ellos realizan y van firmados como te comentaba hace un momento.

16. ¿Usted(es) como gestionan los equipos que tienen contrato y qué pasa con los mismos cuando dicho contrato expira?

Si, muchas veces como en toda licitación el contrato es muy tajante en el sentido que termina el 31 de diciembre para esa fecha muchas veces ya desde antes se trabajó en base de licitación de pedido, ejemplo en octubre yo ya mandé la información de los equipos que ocupo en póliza de mantenimiento para que a partir del primero de enero funjan como tal, si en determinado caso por alguna situación no se llega a concretar una licitación, lo que se hace es un famosa prórroga, que eso es lo que hace nivel central que es el contratante con el proveedor y la prórroga puede ser de 1 mes hasta 3 meses, con el punto de nosotros seguir cubiertos con los mismos equipos que teníamos el año pasado, se le da esa continuidad, es decir, en ningún momento se interrumpe el mantenimiento.

17. ¿Cuáles son los problemas más recurrentes dentro de la gestión de mantenimiento en los diversos equipos médicos?

La falta de recursos tanto en delegación como en nivel central, lamentablemente no hay recursos suficientes para darle mantenimiento al total de nuestro universo de equipo médico, ese es el principal problema, ejemplo ahorita tengo 65 equipos en contrato de mi universo de 300 equipos susceptibles a contrato, yo estoy solicitando que me pongan en póliza de mantenimiento 170 equipos eso ya es un dato que en común acuerdo con las áreas

y un servidor, donde con esa cantidad de equipos que tengan póliza de mantenimiento podemos operar de forma correcta el hospital.

18. *¿Qué acciones se realizan para minimizar este tipo de errores?*

Nosotros en nuestras reuniones en cuerpo de gobierno que es de manera directiva pedimos mucho que bajen información sobre el buen uso del equipo sobretodo subdirectores, coordinadores y jefes de servicios, creo que ese es el punto clave para que pueda el equipo tener una vida útil más prolongada. Por nuestra parte el mantenimiento tratamos de validar que las líneas de energía estén correctas que no haya tantas variaciones de voltaje, tratando así de protegerlos todo esto de la mano para que el quipo dure lo más posible en servicio.

Entrevista Hospital Publico 3

1. *¿Cuáles y cuántas áreas existen en este hospital?*

<i>Consulta externa</i>	<i>urgencias</i>	<i>Unidad de Terapia</i>
<i>Enseñanza</i>	<i>observación y choque.</i>	<i>Intensiva Pediátrica</i>
<i>Laboratorio</i>	<i>Área de oncología</i>	<i>(UTIP)</i>
<i>Rayos X</i>	<i>ambulatoria</i>	<i>Unidad de cuidados</i>
<i>Audiología</i>	<i>Quirófano pediátrico</i>	<i>intermedios neonatales</i>
<i>Electroencefalografía</i>	<i>Incremento de peso</i>	<i>(UCIREN)</i>
<i>CEyE</i>	<i>Cirugía ambulatoria</i>	<i>Cirugía pediátrica</i>
<i>Nutrición</i>	<i>Cunero patológicos</i>	<i>Diálisis</i>
<i>Urgencia pediatría</i>	<i>externos</i>	<i>Medicina interna</i>
<i>que incluye:</i>	<i>Cunero patológico</i>	<i>Cardiología</i>
<i>Infecciones</i>	<i>internos</i>	<i>Consultorios de TOCO</i>
<i>Respiratorias Agudas</i>	<i>Nutrición pediátrica</i>	<i>cirugías</i>
<i>(IRA), diálisis,</i>	<i>Inhalo terapia</i>	<i>Preparación de urgencia</i>
<i>medicina interna,</i>	<i>Unidad de Cuidado</i>	<i>Quirófanos de TOCO</i>
<i>hidratación oral,</i>	<i>Intensivo Neonatal</i>	<i>Medición fetal</i>
	<i>(UCIN)</i>	<i>Puerperio de bajo riesgo</i>

*Hospitalización
ginecológica
UCIA*

*Materno fetal
Modulo mater*

*Hospitalización
ginecológica*

2. ¿Cuál es la cantidad y el tipo de equipo médico que poseen en estas áreas?

Nuestro universo de equipo médico es de 1250 censable y no censables aproximadamente 80.

3. ¿Usted(es) priorizan el equipo médico a su cargo, en caso de ser así en qué se basa la priorización?

Llevamos lo que es un manual de organización, en ese manual de organización tenemos instrucciones de trabajo, esas instrucciones de trabajo se dividen en mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, el mantenimiento preventivo esta calendarizado, mientras que el correctivo se hace a través de un reporte por el usuario vía telefónica, se prioriza según el tipo de equipo si es soporte de vida y el área donde se encuentran.

4. ¿Cuáles son los equipos que más fallan, los que son más utilizados y los que tienen contratos?

Los equipos que más se utilizan y que más fallan son cunas de calor radiante, incubadoras y tococardiógrafos.

Los que tienen contrato este año son los ventiladores y la topografía.

5. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario se le presente una falla?

Diario Una vez por semana Una vez al mes Una vez cada 3 meses Menos frecuentemente

6. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario reporte una falla?

Diario Una vez por semana No sabemos Frecuentemente 80% Menos frecuentemente

7. ¿Cuáles son las medidas que ustedes toman para evitar estas fallas en equipos médicos?

Se dan capacitaciones calendarizadas

8. ¿Cómo es gestionado el mantenimiento preventivo en estos equipos médicos?

Por medio de una calendarización.

9. ¿Usted(es) capacitan al personal que está en contacto con el equipo médico, para que pueda usar correctamente el equipo médico, así como para detectar anomalías en el mismo y poder reportarlas?

Si No

10. ¿Usted(es) conocen o utilizan alguna aplicación/software para poder gestionar los diferentes tipos de mantenimiento?

Si No

11. ¿Usted(es) tienen un programa calendarizado de cuando se debe realizar el mantenimiento preventivo de todas las maquinas en el hospital?

Si No

a. En caso de si tener este calendario, ¿Qué tan estricto se sigue y qué ocurre si se presenta una falla en el equipo antes de que a este le toque su mantenimiento preventivo, como se prosigue con este en el calendario?

El calendario se sigue un 95%.

b. En caso de ser no, ¿Cómo realiza un mantenimiento preventivo? ¿Usted cree de utilidad tener uno?

12. En caso de si tener este calendario, ¿Les resulta útil para poder realizar también mantenimiento predictivo del equipo?

Si No

13. ¿Cuáles son las bases que ustedes utilizan para realizar el mantenimiento de su equipo médico (manuales, capacitaciones de proveedores, experiencia)?

Manuales Capacitación de proveedores Experiencia Simuladores Otros

14. ¿Cuáles son los procesos que mejor funcionan dentro del hospital para reducir al máximo el tiempo de falla de los equipos?

Que se realicen los mantenimientos preventivos se reducen la falla en los equipos. Dependiendo la falla es el proceso que se sigue si el equipo es reparable en el hospital el tiempo que tarda en repararse es de 1 día a lo mucho, si la falla del equipo requiere una refacción dependemos del área financiera y que nos proporcionen el recurso, si la refacción cuesta menos de \$10,000 y la reparación se puede hacer aquí en el hospital se tarda semana máximo semana y media, si es mayor a esto nos podemos tardar hasta un año en hacer la reparación.

15. ¿Qué tipo de personal cuenta para el equipo de biomédica y/o mantenimiento y cuál es el proceso que se sigue para asegurar que se hace el correcto mantenimiento de recursos materiales o inventarios?

Contamos con los simuladores para asegurarnos del correcto mantenimiento de los equipos, así como manuales.

Solamente soy yo como ingeniero biomédico y un técnico en mecánica, además de los estudiantes de servicio social que se capacitan para hacer el mantenimiento de los diferentes servicios.

16. ¿Usted(es) como gestionan los equipos que tienen contrato y qué pasa con los mismos cuando dicho contrato expira?

Se gestionan los contratos a principio de año en el área de oficinas centrales de la secretaria de salud ellos a su vez nos hacen favor de mandarnos una copia del contrato y que es lo que incluye en contrato, ya sea si incluye 2 o 3 servicios al año, que es lo que incluye que cambie en cada servicio, el proveedor externo viene, igual nosotros tenemos unas instrucciones de trabajo en el manual de organización donde se indica que el proveedor tiene que hacer una cita para que nosotros podemos agendar ese tiempo con el usuario, se supervisa mientras se está haciendo el servicio, el entrega el kit de mantenimiento nuevo para que se revise, cuando se quita el antiguo también se entrega

para saber que efectivamente está cumpliendo con el contrato, así mismo se hace una orden de servicio con evidencia gráfica para verificar que efectivamente se realizó el servicio, el área usuaria también tiene que firmar que está conforme con el servicio que se realizó, después de esto área biomédica firma la papelería para que se pueda realizar el pago al proveedor. Cuando se acaba el contrato se gestiona en oficinas centrales.

17. *¿Cuáles son los problemas más recurrentes dentro de la gestión de mantenimiento en los diversos equipos médicos?*

El problema número uno es el recurso financiero porque nosotros podemos solicitar, pero depende de que finanzas tenga el dinero, ya que nosotros realizamos lo que son las fichas técnicas se solicita lo que el médico o el usuario requiere, junto con las especificaciones del equipo, esta ficha se entrega a finanzas y ya ellos determinan si se realiza la adquisición o no.

18. *¿Qué acciones se realizan para minimizar este tipo de errores?*

No se puede minimizar porque nosotros dependemos de finanzas y ellos a su vez depende de seguro popular o de algún otro programa, pero en cuestión solo podemos entregar la papelería y esperar a que se tenga el dinero para que se haga la adquisición.

Entrevista Hospital Publico 4

1. *¿Cuáles y cuántas áreas existen en este hospital?*

<i>Oftalmología</i>	<i>Quirófano</i>	<i>Nutrición</i>
<i>Traumatología</i>	<i>Rayos X</i>	<i>Laboratorio</i>
<i>Cirugía</i>	<i>Cirugía plástica</i>	<i>Patología</i>
<i>Neurología</i>	<i>Dermatología</i>	<i>Diálisis</i>
<i>UCIA</i>	<i>Otorrino</i>	<i>Trasplante</i>
<i>Medicina interna</i>	<i>Maxilofacial</i>	<i>CEyE</i>
<i>Oncología</i>	<i>Cardiología</i>	<i>Endoscopia</i>
<i>Urgencias</i>	<i>Nefrología</i>	<i>Laparoscopia</i>

2. ¿Cuál es la cantidad y el tipo de equipo médico que poseen en estas áreas?

Nuestro universo de equipo médico dentro de todo el hospital son aproximadamente 190 equipos médicos dentro de estos equipos no se tienen considerados los equipos que se tienen bajo contrato, es decir, que se les da a estos 190 equipos mantenimiento el hospital, los demás son proveedores.

3. ¿Usted(es) priorizan el equipo médico a su cargo, en caso de ser así en qué se basa la priorización?

I. Primero soporte vital: Se debe de tener trabajando correctamente todo lo que es soporte vital, que quiere decir, ventilación, monitoreo, desfibrilación (carros rojos), esos tres son los que no pueden fallar.

II. De ahí sigue equipamiento básico de quirófano máquinas de anestias, mesas quirúrgicas, electrocauterio, entre otros.

III. CEyE

IV. Equipamiento de especialidades: Microscopios quirúrgicos, laboratorios la ventaja que tenemos es que el equipo de alta especialidad de laboratorios esta subrogado, por lo tanto, vemos ahí equipos chicos como centrifugas, agitadores, campanas de flujo laminar y equipo así

4. ¿Cuáles son los equipos que más fallan, los que son más utilizados y los que tienen contratos?

Los que más son utilizados y más fallan son monitores, ventiladores y desfibriladores.

Bajo contrato tenemos unidad de facoemulsificación, laparoscopia, endoscopia, laboratorio, ventiladores, bombas de infusión y equipos de oftalmología (2 microscopios quirúrgicos uno de oftalmología y otro de neurología, un tomógrafo de oftalmología, 2 láser y un campímetro).

5. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario se le presente una falla?

Diario Una vez por semana Una vez al mes Una vez cada 3 meses Menos frecuentemente

6. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario reporte una falla?

Diario Una vez por semana No sabemos Frecuentemente 80% Menos frecuentemente

7. ¿Cuáles son las medidas que ustedes toman para evitar estas fallas en equipos médicos?

Cada que se atiende una falla, nos damos cuenta que el 80% o 90% de las fallas son por error de usuario, entonces lo que tratamos de hacer es que cada que se atiende una falla, se recapacita al usuario.

8. ¿Cómo es gestionado el mantenimiento preventivo en estos equipos médicos?

Se solicita primero yo biomédica o área usuaria generamos la necesidad, es decir, se solicita por medio de algún escrito o si por ejemplo me reportan alguna falla, yo me encargo de decir que al equipo le hace falta mantenimiento, dependiendo de cómo se evalué el equipo, por lo que primero se genera la necesidad mediante un escrito (documento), mediante este nosotros área biomédica cotizamos, nuestra ley de adquisiciones nos pide tres cotizaciones de proveedores que estén en el padrón de proveedores, no se puede contratar a cualquiera, entonces comúnmente yo mando un correo a todos los proveedores que yo sé que me pueden atender ese mantenimiento o esa falla, por ejemplo en ese correo se pide la cotización de 7 ventiladores que se necesite mantenimiento preventivo en ese momento, se espera la respuesta, se hace un cuadro comparativo con esas cotizaciones, ese cuadro comparativo se firma y le anexo mi memo donde solicité, lo envié a la administración, la administración hace una solicitud presupuestal y ya ven en nivel central si se nos asigna el recurso, ya cuando está autorizado, dependiendo del monto, si es menor a \$50,000 nosotros lo podemos ejercer, si es mayor a esto lo ejerce a nivel central, esto nos lleva un aproximado de 2 meses en el mejor de los casos.

Esto quiere decir que no es que nos digan Hospital General tienes un recurso de un millón de pesos tu gestionalo, desde que entro esta administración la secretaria trabaja con recurso cero, así se le llama, por lo que nosotros cuando queremos arreglar algo o comprar algo debemos de solicitarlo para que asignen el recurso.

9. ¿Usted(es) capacitan al personal que está en contacto con el equipo médico, para que pueda usar correctamente el equipo médico, así como para detectar anomalías en el mismo y poder reportarlas?

Si No

10. ¿Usted(es) conocen o utilizan alguna aplicación/software para poder gestionar los diferentes tipos de mantenimiento?

Si No

11. ¿Usted(es) tienen un programa calendarizado de cuando se debe realizar el mantenimiento preventivo de todas las maquinas en el hospital?

Si No

- a. En caso de si tener este calendario, ¿Qué tan estricto se sigue y qué ocurre si se presenta una falla en el equipo antes de que a este le toque su mantenimiento preventivo, como se prosigue con este en el calendario?

Si se tiene un calendario porque si se hace, pero que se cumpla como un 50% por falta de personal principalmente.

- b. En caso de ser no, ¿Cómo realiza un mantenimiento preventivo? ¿Usted cree de utilidad tener uno?

12. En caso de si tener este calendario, ¿Les resulta útil para poder realizar también mantenimiento predictivo del equipo?

Si No

13. ¿Cuáles son las bases que ustedes utilizan para realizar el mantenimiento de su equipo médico (manuales, capacitaciones de proveedores, experiencia)?

Manuales Capacitación de proveedores Experiencia Simuladores Otros

14. ¿Cuáles son los procesos que mejor funcionan dentro del hospital para reducir al máximo el tiempo de falla de los equipos?

Lo ideal sería tener una rutina bien de mantenimiento, que estés dando mantenimientos preventivos en tiempo y forma, pero vuelvo a lo mismo dependemos mucho de recursos, entonces por lo que nosotros nos inclinamos es por estar capacitando al personal, si bien no es una capacitación en forma, pero si se le está diciendo al personal, si realiza esto o no, estarle diciendo cosas que va a estar haciendo el equipo que igual para el usuario no son tan comunes.

15. ¿Qué tipo de personal cuenta para el equipo de biomédica y/o mantenimiento y cuál es el proceso que se sigue para asegurar que se hace el correcto mantenimiento de recursos materiales o inventarios?

Por lo regular en los manuales te dicen como son las rutinas de mantenimiento y por ejemplo cuando se hacen los mantenimientos bajo contrato tratamos de estar, para checar que las refacciones que dice el contrato que se tienen que cambiar se cambien y por lo regular todas las empresas nos entregan certificados donde hay una empresa que nos avala entonces se hacen pruebas traen simuladores y varias cosas, para colaborar que el equipo está funcionando en óptimas condiciones, por lo que se procura contratar empresas que nos den estas certificaciones.

El proceso que se sigue para asegurar que se hace el correcto mantenimiento de recursos materiales o inventarios, se hace igualito que cuando se hace un mantenimiento se solicita por necesidad, se cotiza, se solicitan recursos, se autoriza y se aplica, en caso de los que tiene contrato se habla a proveedor directamente.

16. ¿Usted(es) como gestionan los equipos que tienen contrato y qué pasa con los mismos cuando dicho contrato expira?

Cuando el contrato expira se trata de renovar, cuando se hacen contratos con gobierno, de acuerdo con la ley de adquisiciones dependiendo la necesidad hay veces que la ley te permite aplicar el 20% que dicen ellos, por ejemplo, si tienes un contrato para un mantenimiento de monitores que te cuesta \$1,000 y ya se te va acabar nosotros solicitamos que se renueve ese contrato, obvio esto lleva una gestión, pero del contrato anterior se

puede aplicar el 20% se hace una solicitud de recurso y de esos \$1,000 se hace como una extensión del 20% y muchas veces esa extensión te alcanza para solventar uno o dos meses en lo que se gestiona el nuevo contrato, hay veces sin embargo en que ya está muy avanzado y están esperando tiempos para que se haga la licitación, pero en estos caso se habla con el proveedor para que ellos nos apoyen haciendo mantenimientos, pero ya se tiene una certeza de que el recurso ya está aprobado y que se le va a contratar al proveedor.

17. ¿Cuáles son los problemas más recurrentes dentro de la gestión de mantenimiento en los diversos equipos médicos?

La falta de recursos y el tiempo de aprobación de los recursos.

18. ¿Qué acciones se realizan para minimizar este tipo de errores?

No se puede hacer nada para minimizar este error porque depende del departamento de recursos financieros, pero a nivel central.

Entrevista Hospital Privado 1

1. ¿Cuáles y cuántas áreas existen en este hospital?

El Hospital está conformado por 10 áreas, las cuales son:

<i>Quirófano</i>	• <i>Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales</i>
<i>Recuperación</i>	
<i>Central de equipos y esterilización</i>	• <i>Unidad de Cuidados Intensivos Adultos</i>
<i>Imagen</i>	
<i>Urgencias</i>	• <i>Quirófano ambulatorio</i>
<i>Hospitalización</i>	• <i>Laboratorio</i>

2. ¿Cuál es la cantidad de equipo médico que poseen?

El total de equipo en inventario es de 356 equipos médicos.

3. ¿Usted(es) priorizan el equipo médico a su cargo, en caso de ser así en qué se basa la priorización?

La priorización del equipo se basa de acuerdo a su frecuencia de uso, es decir, si es un equipo que su uso sea constante y que se requiera para poder ofrecer atención en todo

momento, como el caso de máquinas de anestesia, las cuales son indispensables en procedimientos quirúrgicos, por lo que su prioridad es alta ya que de ello depende que se puedan realizar cirugías en la institución.

4. ¿Cuáles son los equipos que más fallan, los que son más utilizados y los que tienen contratos?

Equipos que más fallan: Los equipos que están en constante movimiento, como monitores de signos vitales ya que al poseer bases rodables son trasladados por toda el área de hospitalización y son expuestos a sufrir golpes o a deteriorarse debido a las vibraciones que ocasiona el movimiento.

Equipos más utilizados: Equipos de monitoreo de signos vitales, máquinas de anestesia, unidades de electrocirugía, mesas quirúrgicas. En general equipo del área de quirófano.

Equipos con contrato: Inyector de medio de contraste, impresora láser para radiografías, sistema de radiografía computada (CR).

5. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario se le presente una falla?

Diario Una vez por semana Una vez al mes Una vez cada 3 meses Menos frecuentemente

6. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario reporte una falla?

Diario Una vez por semana Una vez al mes Una vez cada 3 meses Menos frecuentemente

7. ¿Cuáles son las medidas que ustedes toman para evitar estas fallas en equipos médicos?

De manera diaria se realiza la inspección de todas las áreas, con la finalidad de detectar posibles problemas además de verificar el adecuado funcionamiento de los equipos. Se realiza el registro en bitácora, donde se hacen anotaciones de los parámetros que se revisan y se marca si se están cumpliendo o no de manera satisfactoria.

Sumado a ello, se realizan capacitaciones constantes al personal, para asegurar un manejo adecuado de los equipos y tecnología médica.

8. ¿Cómo es gestionado el mantenimiento preventivo en estos equipos médicos?

Se realiza de acuerdo al modelo de Fennigkoh-Smith, con el cual se obtiene un número de gestión de los equipos médicos, y mediante el ingreso de datos referentes a la frecuencia de uso y a la prioridad para la institución, se calendariza.

9. ¿Usted(es) capacitan al personal que está en contacto con el equipo médico, para que pueda usar correctamente el equipo médico, así como para detectar anomalías en el mismo y poder reportarlas?

Si No

10. ¿Usted(es) conocen o utilizan alguna aplicación/software para poder gestionar los diferentes tipos de mantenimiento?

Si No

11. ¿Usted(es) tienen un programa calendarizado de cuando se debe realizar el mantenimiento preventivo de todas las maquinas en el hospital?

Si No

- a. En caso de si tener este calendario, ¿Qué tan estricto se sigue y qué ocurre si se presenta una falla en el equipo antes de que a este le toque su mantenimiento preventivo, como se prosigue con este en el calendario?

El calendario en ocasiones no es posible seguirlo de manera rigurosa, ya que surgen diversas situaciones que requieren la atención inmediata, con lo que se posterga el mantenimiento. Al presentarse una falla antes de realizar el mantenimiento programado, se procede a reparar la falla (mantenimiento correctivo) solamente para evitar parar el equipo, y se continúa con la planeación del calendario.

- b. En caso de ser no, ¿Cómo realiza un mantenimiento preventivo? ¿Usted cree de utilidad tener uno?

12. En caso de si tener este calendario, ¿Les resulta útil para poder realizar también mantenimiento predictivo del equipo?

Si No

13. ¿Cuáles son las bases que ustedes utilizan para realizar el mantenimiento de su equipo médico (manuales, capacitaciones de proveedores, experiencia)?

Manuales Capacitación de proveedores Experiencia Simuladores Otros

a. ¿Conoce en su organización la existencia de manuales de procedimientos de mantenimiento, si es así están capacitados para usarlos, se les da la importancia necesaria a los mismos o solo los poseen por trámites burocráticos?

Si se cuenta con manuales de políticas y procedimientos, pero solo se utilizan para trámites en cuanto hay alguna revisión o inspección.

14. ¿Cuáles son los procesos que mejor funcionan dentro del hospital para reducir al máximo el tiempo de falla de los equipos?

La capacitación a los usuarios, ya que así se conoce el manejo adecuado y los métodos de limpieza, con lo que se logra reducir que se cometa algún uso incorrecto y con ello alguna falla.

15. ¿Qué tipo de personal cuenta para el equipo de biomédica y/o mantenimiento y cuál es el proceso que se sigue para asegurar que se hace el correcto mantenimiento de recursos materiales o inventarios?

El mantenimiento es realizado específicamente por los ingenieros biomédicos de la institución. La metodología se redacta en una orden de servicio para así reportar todo lo que se hizo y que herramientas y/o refacciones fueron usadas, ya que con ello se puede presentar como evidencia de los consumos que se hacen dentro del departamento.

16. ¿Usted(es) como gestionan los equipos que tienen contrato y qué pasa con los mismos cuando dicho contrato expira?

La gestión de dichos equipos es mediante una comunicación constante con los proveedores, para así coordinar las fechas de mantenimientos o si se requiere alguna refacción o accesorio. En el inventario se tienen registrados de manera especial para tener la noción de que están bajo contrato. Cuando el contrato está próximo a espirar, se habla con administración para proponer una renovación, previamente evaluando los beneficios otorgados por el proveedor para poder tener una justificación.

17. ¿Cuáles son los problemas más recurrentes dentro de la gestión de mantenimiento en los diversos equipos médicos?

La planificación es uno de los problemas más grandes, ya que surgen distintas necesidades en la institución lo que obliga a replantear la calendarización de mantenimientos, ya que muchas veces al proponer fechas, no se logra tener el equipo libre de uso para poder intervenirlo.

18. ¿Qué acciones se realizan para minimizar este tipo de errores?

Mantener una comunicación constante con las áreas usuarias para poder disponer de los equipos en ciertas fechas sin necesidad de parar los servicios.

Entrevista Hospital Privado 2

1. ¿Cuáles y cuántas áreas existen en este hospital?

<i>Atención médica</i>	<i>Laboratorio</i>	<i>clínico,</i>	<i>trasplante, tratamiento</i>
<i>Hospitalización</i>	<i>Patología,</i>	<i>biología</i>	<i>de vida, Banco de sangre</i>
<i>Botica</i>	<i>molecular,</i>	<i>citogenética)</i>	<i>)</i>
<i>Servicios Generales</i>	<i>Auxiliares</i>	<i>de</i>	
<i>(Taller de biomédica)</i>	<i>tratamiento</i>	<i>(Admisión</i>	
<i>Auxiliares de</i>	<i>continua,</i>	<i>Quirófano,</i>	
<i>diagnóstico (Imagen,</i>	<i>Quimioterapia,</i>		

2. ¿Cuál es la cantidad y el tipo de equipo médico que poseen en estas áreas?

Nuestro universo de equipo médico es de 1080 equipos.

3. ¿Usted(es) priorizan el equipo médico a su cargo, en caso de ser así en qué se basa la priorización?

Priorizamos el equipo médico por soporte de vida, después auxiliares de diagnóstico (equipos de laboratorio y de imagenología), seguido de control fisiológico y otros. Evidentemente están en orden de priorización.

4. ¿Cuáles son los equipos que más fallan, los que son más utilizados y los que tienen contratos?

Los equipos que más fallan en incidencia son los equipos de imagen y equipos de esterilización.

Mientras los equipos más utilizados son los de control fisiológico y los de laboratorio.

Los equipos bajo contrato son los de imagen y los equipos automatizados de laboratorios.

5. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario se le presente una falla?

Diario Una vez por semana Una vez al mes Una vez cada 3 meses Menos frecuentemente

6. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario reporte una falla?

Diario Una vez por semana No sabemos Frecuentemente 80% Menos frecuentemente

7. ¿Cuáles son las medidas que ustedes toman para evitar estas fallas en equipos médicos?

A través de mantenimiento preventivo y la capacitación.

8. ¿Cómo es gestionado el mantenimiento preventivo en estos equipos médicos?

Se priorizando el equipo gestionando el recurso que sin este es bastante difícil proveer estos servicios, catalogando los equipos por prioridad y evaluando la frecuencia de estos mantenimientos.

9. ¿Usted(es) capacitan al personal que está en contacto con el equipo médico, para que pueda usar correctamente el equipo médico, así como para detectar anomalías en el mismo y poder reportarlas?

Si No

10. ¿Usted(es) conocen o utilizan alguna aplicación/software para poder gestionar los diferentes tipos de mantenimiento?

Si No

11. ¿Usted(es) tienen un programa calendarizado de cuando se debe realizar el mantenimiento preventivo de todas las maquinas en el hospital?

Si No

a. En caso de si tener este calendario, ¿Qué tan estricto se sigue y qué ocurre si se presenta una falla en el equipo antes de que a este le toque su mantenimiento preventivo, como se prosigue con este en el calendario?

El calendario se sigue puntualmente tanto de la calendarización, así como nosotros mensualmente revisamos el cumplimiento al apagado al mantenimiento y el índice de fallas.

b. En caso de ser no, ¿Cómo realiza un mantenimiento preventivo? ¿Usted cree de utilidad tener uno?

12. En caso de si tener este calendario, ¿Les resulta útil para poder realizar también mantenimiento predictivo del equipo?

Si No

13. ¿Cuáles son las bases que ustedes utilizan para realizar el mantenimiento de su equipo médico (manuales, capacitaciones de proveedores, experiencia)?

Manuales Capacitación de proveedores Experiencia Simuladores Otros

14. ¿Cuáles son los procesos que mejor funcionan dentro del hospital para reducir al máximo el tiempo de falla de los equipos?

Apegádonos al mantenimiento preventivo y contamos con un stock de emergencia tanto de refacciones como accesorios de emergencia, para en caso de falla se pueda resolver el problema de manera rápida teniendo el equipo fuera de servicio el menor tiempo posible.

15. ¿Qué tipo de personal cuenta para el equipo de biomédica y/o mantenimiento y cuál es el proceso que se sigue para asegurar que se hace el correcto mantenimiento de recursos materiales o inventarios?

El hospital cuenta solo con ingenieros biomédicos

16. ¿Usted(es) como gestionan los equipos que tienen contrato y qué pasa con los mismos cuando dicho contrato expira?

De hecho, previo a la expiración del contrato se negocia ya sea con el mismo proveedor o con un proveedor distinto, previo a la finalización del mismo.

17. ¿Cuáles son los problemas más recurrentes dentro de la gestión de mantenimiento en los diversos equipos médicos?

El problema más recurrente es el desplazamiento del calendario por logística. En mi opinión en general en los hospitales es el desconocimiento del equipo, en este hospital en específico si se da, pero no es un problema recurrente.

18. ¿Qué acciones se realizan para minimizar este tipo de errores?

Desde inicio de año se calendariza todos los mantenimientos preventivos y ya sea con proveedor o con nosotros sabemos cuándo se necesitan hacer los servicios, entonces pedimos los insumos o refacciones con anticipación, en caso de que tenga que sea con un proveedor externo se le avisa con tiempo la fecha en que está programado el servicio para que ellos puedan agendar el servicio.

Entrevista Hospital Privado 3

1. ¿Cuáles y cuántas áreas existen en este hospital?

Biomédica

Hemodinámica

Urgencia

Imagen

Choque

Terapia

<i>Laboratorio</i>	<i>Cuneros</i>	<i>CEyE</i>
<i>Farmacia</i>	<i>Hospitalización (32)</i>	<i>Check u</i>
<i>Patología</i>	<i>UCIN</i>	
<i>Fisioterapia</i>	<i>Quirófano</i>	

2. ¿Cuál es la cantidad y el tipo de equipo médico que poseen en estas áreas?

Nuestro universo de equipo médico es de 999 equipos, pero no todos están registrados.

3. ¿Usted(es) priorizan el equipo médico a su cargo, en caso de ser así en qué se basa la priorización?

Priorizamos por riesgo, dependiendo si tiene un alto, medio y bajo riesgo, se pondera del 1 al 10 dependiendo el riesgo que tenga el equipo, el cual es dado automáticamente por un programa que nosotros utilizamos el cual nos ayuda a priorizar, calendarizar, etc.

La priorización también se hace con base en lo que dice la CENETEC, la clasificación también se da según el tipo de equipo que es si es soporte de vida, cuidados intensiva, si es ocupado en terapia, también evalúa que pasa si llega a fallar con el equipo con el paciente, es decir si puede generar la muerte, un daño, riesgo mínimo, también se evalúa el tipo de mantenimiento que requiere el equipo, basado en eso se da una clasificación de alto, medio o bajo riesgo.

4. ¿Cuáles son los equipos que más fallan, los que son más utilizados y los que tienen contratos?

Los equipos que más fallan autoclave e imagen.

Mientras los equipos más utilizados monitores de signos vitales.

Los equipos bajo contrato son los de tomografía, resonancia, fluoroscopia, densitometría, ultrasonido, máquinas de anestesia, desfibriladores, monitores de signos vitales.

5. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario se le presente una falla?

Diario Una vez por semana Una vez al mes Una vez cada 3 meses Menos frecuentemente

6. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario reporte una falla?

Diario Una vez por semana No sabemos Frecuentemente 80% Menos frecuentemente

7. ¿Cuáles son las medidas que ustedes toman para evitar estas fallas en equipos médicos?

Tenemos tres tipos de mantenimientos predictivo a través del plan de trabajo y una serie de recorridos en las áreas, de lo que se trata se busca que el equipo este en buen estado, es decir, que tenga todos los accesorios que debe de tener, también contamos con el preventivo el cual se basa en un cronograma de servicios de acuerdo al manual de servicio y la fecha de instalación del equipo, por ultimo está el mantenimiento correctivo cuando falla un equipo.

8. ¿Cómo es gestionado el mantenimiento preventivo en estos equipos médicos?

Tenemos una aplicación donde damos de alta a inicios de año, donde se crea un cronograma en el cual nos basamos, este nos permite ver el mantenimiento según el área, por mes o tipo de mantenimiento, por ejemplo, si nos vamos a un mes en específico podemos ver los mantenimientos que se hicieron ese mes.

9. ¿Usted(es) capacitan al personal que está en contacto con el equipo médico, para que pueda usar correctamente el equipo médico, así como para detectar anomalías en el mismo y poder reportarlas?

Si No

10. ¿Usted(es) conocen o utilizan alguna aplicación/software para poder gestionar los diferentes tipos de mantenimiento?

Si No

11. ¿Usted(es) tienen un programa calendarizado de cuando se debe realizar el mantenimiento preventivo de todas las maquinas en el hospital?

Sí No

- a. En caso de si tener este calendario, ¿Qué tan estricto se sigue y qué ocurre si se presenta una falla en el equipo antes de que a este le toque su mantenimiento preventivo, como se prosigue con este en el calendario?

El calendario se sigue existe un letargo en promedio del 5% al 10%, esto quiere decir que de todas las actividades programadas en el mes se realizan el 90% de ellas, mucho de este letargo se da por falta de contrato en ciertos equipos.

- b. En caso de ser no, ¿Cómo realiza un mantenimiento preventivo? ¿Usted cree de utilidad tener uno?

12. En caso de si tener este calendario, ¿Les resulta útil para poder realizar también mantenimiento predictivo del equipo?

Sí No

13. ¿Cuáles son las bases que ustedes utilizan para realizar el mantenimiento de su equipo médico (manuales, capacitaciones de proveedores, experiencia)?

Manuales Capacitación de proveedores Experiencia Simuladores Otros

14. ¿Cuáles son los procesos que mejor funcionan dentro del hospital para reducir al máximo el tiempo de falla de los equipos?

Programa de mantenimiento y el mantenimiento preventivo.

15. ¿Qué tipo de personal cuenta para el equipo de biomédica y/o mantenimiento y cuál es el proceso que se sigue para asegurar que se hace el correcto mantenimiento de recursos materiales o inventarios?

El hospital cuenta solo con ingenieros biomédicos. Se hace con ellos el primer mantenimiento.

16. ¿Usted(es) como gestionan los equipos que tienen contrato y qué pasa con los mismos cuando dicho contrato expira?

Tenemos un tema corporativo, antes lo veía el área biomédica ahora se encargan de su contratación o renovación los corporativos, siendo un tema presupuestal

17. ¿Cuáles son los problemas más recurrentes dentro de la gestión de mantenimiento en los diversos equipos médicos?

El problema más recurrente tener todos los insumos para poder realizar un buen servicio.

18. ¿Qué acciones se realizan para minimizar este tipo de errores?

Buen proceso de adquisición de equipo de calidad con insumos accesibles, tenemos en cuenta la calidad de los servicios como la calidad de energía y agua tratada, así también tomamos en cuenta las certificaciones indispensables para el consejo de salubridad.

Entrevista Hospital Privado 4

1. ¿Cuáles y cuántas áreas existen en este hospital?

<i>Biomédica</i>	<i>UCIA</i>
<i>Imagen (Resonancia magnética, tomografía y rayos equis)</i>	<i>UCIN</i>
<i>Urgencias</i>	<i>Cuneros fisiológicos</i>
<i>Quirófano con recuperación</i>	<i>Hospitalización</i>
<i>CEyE</i>	

2. ¿Cuál es la cantidad y el tipo de equipo médico que poseen en estas áreas?

Nuestro universo de equipo médico es de 200 equipos.

3. ¿Usted(es) priorizan el equipo médico a su cargo, en caso de ser así en qué se basa la priorización?

Se prioriza los mantenimientos preventivos del área de imagen, junto con las máquinas de anestesia se realizan dos veces al año, todos los demás equipos se hace un mantenimiento preventivo de una vez al año, se hacen rutinas diarias.

4. ¿Cuáles son los equipos que más fallan, los que son más utilizados y los que tienen contratos?

Los equipos que más fallan los monitores de signos vitales y ventiladores.

Mientras los equipos más utilizados monitores de signos vitales.

Los equipos bajo contrato son los de tomografía, resonancia, mesa de rayos X y las bombas de infusión.

5. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario se le presente una falla?

Diario Una vez por semana Una vez al mes Una vez cada 3 meses Menos frecuentemente

6. ¿Cuál es el índice de incidencia de que al usuario reporte una falla?

Diario Una vez por semana No sabemos Frecuentemente 80% Menos frecuentemente

7. ¿Cuáles son las medidas que ustedes toman para evitar estas fallas en equipos médicos?

Mantenimientos preventivos y los recorridos diarios.

8. ¿Cómo es gestionado el mantenimiento preventivo en estos equipos médicos?

Se hace una vez al año y dos veces por año equipos de imagen y máquinas de anestesia.

9. ¿Usted(es) capacitan al personal que está en contacto con el equipo médico, para que pueda usar correctamente el equipo médico, así como para detectar anomalías en el mismo y poder reportarlas?

Sí No

10. ¿Usted(es) conocen o utilizan alguna aplicación/software para poder gestionar los diferentes tipos de mantenimiento?

Sí No

11. ¿Usted(es) tienen un programa calendarizado de cuando se debe realizar el mantenimiento preventivo de todas las máquinas en el hospital?

Sí No

- a. En caso de si tener este calendario, ¿Qué tan estricto se sigue y qué ocurre si se presenta una falla en el equipo antes de que a este le toque su mantenimiento preventivo, como se prosigue con este en el calendario?

El calendario se sigue estrictamente.

- b. En caso de ser no, ¿Cómo realiza un mantenimiento preventivo? ¿Usted cree de utilidad tener uno?

12. En caso de si tener este calendario, ¿Les resulta útil para poder realizar también mantenimiento predictivo del equipo?

Si No

13. ¿Cuáles son las bases que ustedes utilizan para realizar el mantenimiento de su equipo médico (manuales, capacitaciones de proveedores, experiencia)?

Manuales Capacitación de proveedores Experiencia Simuladores Otros

14. ¿Cuáles son los procesos que mejor funcionan dentro del hospital para reducir al máximo el tiempo de falla de los equipos?

Chequeo rutinario y mantenimiento.

15. ¿Qué tipo de personal cuenta para el equipo de biomédica y/o mantenimiento y cuál es el proceso que se sigue para asegurar que se hace el correcto mantenimiento de recursos materiales o inventarios?

El hospital un ingeniero biomédico y un técnico.

16. ¿Usted(es) como gestionan los equipos que tienen contrato y qué pasa con los mismos cuando dicho contrato expira?

El área biomédica gestiona los contratos, así mismo contamos con equipo en comodatos, se renuevan los contratos anualmente.

17. ¿Cuáles son los problemas más recurrentes dentro de la gestión de mantenimiento en los diversos equipos médicos?

El problema más recurrente es que el equipo está ocupado, así mismo el problema con la parte administrativa y el tiempo de espera para la respuesta puede llegar a ser larga.

18. ¿Qué acciones se realizan para minimizar este tipo de errores?

No se puede hacer mucho al respecto, puesto que existen varias áreas grises donde no se limitan bien mis funciones.