

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

**EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ESTABLECIDO POR LA
EMPRESA VHM INGENIERIA S.A.S PARA LOS EQUIPOS Y DISPOSITIVOS
MÉDICOS PRESENTES EN LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS PAMPLONA Y
CENTROS DE SALUD ADSCRITOS**

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
MODALIDAD PRACTICA EMPRESARIAL

ADRIANA CAROLINA GONZALEZ ALVARADO



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO MMI
INGENIERÍA MECATRÓNICA
PAMPLONA
2021

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

**EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ESTABLECIDO POR LA
EMPRESA VHM INGENIERIA S.A.S PARA LOS EQUIPOS Y DISPOSITIVOS
MÉDICOS PRESENTES EN LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS PAMPLONA Y
CENTROS DE SALUD ADSCRITOS**

ADRIANA CAROLINA GONZALEZ ALVARADO

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL EN:
INGENIERÍA MECATRÓNICA

DIRECTOR DE PROYECTO:
CRISTHIAN IVAN RIAÑO
PhD. Sistemas mecatrónicos



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
DEPARTAMENTO MMI
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
INGENIERÍA MECATRÓNICA
PAMPLONA

2021

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Jurado

Pamplona, Colombia, noviembre de 2021

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, las capacidades y la inspiración de luchar por mis sueños

A mis padres y hermanos que siempre han estado en los momentos buenos y los no tan buenos dándome apoyo, son el motor de mi vida y mi inspiración para salir adelante

A mi pareja que día a día está conmigo apoyándome y aportándome todos sus conocimientos, siendo un ejemplo e inspiración para cumplir mis sueños

A mis amigas que han estado en todo mi proceso desde el colegio, brindándome todo el apoyo y la alegría de una buena amistad

A todas aquellas personas que aportaron en mi formación académica y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Le expreso mis más sinceros agradecimientos A:

A Dios por no dejarme desfallecer durante mi proceso académico y por darme todas las capacidades para poder cumplir mis sueños.

A mis padres por su apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida, por todos los sacrificios que a diario realizan para verme cumplir mis sueños y por todos los valores que desde niña me inculcaron y que forjaron la persona que soy ahora, por permitirme soñar con ser una profesional y por todo el amor y cariño que me dan a diario.

A mis hermanos por siempre estar a mi lado, por crecer conmigo y brindarme lo esencial de la vida

Al ingeniero Químico Felipe Peña por ser un apoyo incondicional en mi vida, por siempre estar presente en los momentos difíciles dándome ánimo, por ser la inspiración que necesito para lograr mis metas y por ser mi compañero de vida, de universidad y mi complemento profesional.

A mi director de tesis el Doctor Cristhian Iván Riaño por guiarme en el desarrollo de este proyecto, por transmitirme sus conocimientos, por el tiempo dedicado en resolver mis dudas, por todas sus sugerencias y las recomendaciones aportadas.

A mi supervisora de practica la Ingeniera Biomédica Tatiana Isidro por guiarme en el desarrollo de la pasantía y por enseñarme lo referente al ámbito laboral, por brindarme su confianza y permitirme ser parte de su equipo de trabajo.

A la universidad de Pamplona por abrirme las puertas para poder lograr mis sueños y en especial al programa de ingeniería mecatrónica y su cuerpo docente por transmitir todos los conocimientos en pro de forjar una excelente profesional.

Tabla de Contenido

Resumen	13
Abstract	15
CAPITULO I	17
1. Introducción	18
1.1. Contexto y condiciones del problema	18
1.2. Sistematización del problema	19
1.3. Justificación	20
1.4. Objetivos	21
1.4.1. Objetivo general	21
1.4.2. Objetivos específicos	21
1.4.3. Acotaciones	21
1.5. Estructura del documento	22
1.6. Síntesis	24
CAPITULO II	25
2. Marco teórico y estado del arte	26
2.1. Marco Teórico	26
2.1.1. Equipos y dispositivos médicos	26
2.1.1.1. Entes de regulación y control para los equipos y dispositivos médicos	27
2.1.1.2. Normatividad	28
2.1.1.3. Clasificación de los equipos y dispositivos médicos	31
2.1.1.3.1. Clasificación según su nivel de riesgo	31
2.1.1.3.2. Criterios de clasificación de los equipos y dispositivos médicos	32
2.1.1.4. Definiciones técnicas	33
2.1.2. Que es mantenimiento	36
2.1.3. Enfoque hacia las acciones de mantenimiento	37
2.1.4. Tipos de mantenimiento	38
2.1.4.1. Mantenimiento preventivo	38
2.1.4.2. Mantenimiento correctivo	39
2.1.5. Frecuencia del mantenimiento preventivo	40
2.1.6. Cuando realizar mantenimiento correctivo	41
2.1.7. Confiabilidad de un equipo	42

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

2.1.8. Fallas y tipos de Fallas	43
2.2. Estado del arte.....	44
2.3. Síntesis	46
CAPITULO III.....	47
3. Identificación de los equipos y dispositivos médicos	48
3.1. Características de los principales equipos y dispositivos médicos	48
3.2. Control de inventario de equipos biomédicos	56
3.2.1. Base de datos en Excel de equipos y dispositivos biomédicos	56
3.3. Clasificación de los equipos y dispositivos médicos	57
3.3.1. Clasificación según el nivel de riesgo.....	57
3.3.2. Clasificación de los equipos según el tipo de falla	60
3.4. Síntesis	62
CAPITULO IV	63
4. Estudio de los protocolos de mantenimiento en equipos biomédicos	64
4.1. Empresa desarrollo de la pasantía y software de gestión de mantenimiento LIPA	64
4.1.1. Empresa VHM ingeniería S.A.S	64
4.1.2. Software de gestión de mantenimiento LIPA	64
4.2. Protocolos de mantenimiento preventivo	68
4.2.1. Lista de tareas propuestas para mantenimiento preventivo	68
4.3. Protocolos de mantenimiento correctivo	73
4.4. Síntesis	75
CAPITULO V.....	76
5. Ejecución de mantenimiento en equipos y dispositivos médicos	77
5.1. Funciones y responsabilidades del área de mantenimiento	77
5.1.1. Actualización de las hojas de vida de los equipos.....	77
5.1.2. Entrega y distribución de equipos nuevos	79
5.1.3. Inspección diaria por los servicios asistenciales del HSJD Pamplona	80
5.1.4. Atender reportes de mantenimiento de equipos	80
5.1.5. Ejecución del cronograma anual de mantenimiento preventivo	81
5.2. E.S.E. Hospital San Juan de Dios Pamplona y Centros de salud adscritos.....	81
5.3. Realizar mantenimiento preventivo en equipos biomédicos.....	86
5.3.1. Descripción de los protocolos de mantenimiento preventivo a equipos biomédicos.	87
5.3.2. Ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo mediante diagramas de flujo....	97

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

5.4.	Realizar mantenimiento correctivo en equipos biomédicos	101
5.4.1.	Ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo por diagrama de flujo	102
5.4.2.	Histórico de fallas de los equipos	104
5.4.3.	Fallas y posibles causas de los equipos biomédicos	105
5.5.	Síntesis	111
CAPITULO VI		112
6.	Planteamiento de la propuesta de apoyo a la gestión de mantenimiento.....	113
6.1.	Síntesis	114
CAPITULO VII		115
7.	Análisis y resultados del desarrollo del proyecto	116
7.1.	Análisis y Resultados de la clasificación de los equipos y dispositivos médicos.....	116
7.1.1.	Clasificación según el nivel de riesgo.....	116
7.1.2.	Clasificación según el tipo de fallas	119
7.2.	Resultados del estudio de los protocolos de mantenimiento	122
7.3.	Resultado ejecución de las actividades de mantenimiento	124
7.3.1.	Ejecución de mantenimiento preventivo	124
7.3.2.	Ejecución de mantenimiento correctivo	126
7.4.	Evaluación de los objetivos.....	127
7.5.	Síntesis	128
CONCLUSIONES.....		129
REFERENCIAS		131
Anexos		134

Listado de figuras

Figura 1. Acciones de mantenimiento a través del tiempo.....	38
Figura 2. Aspirador de secreciones cirugía	49
Figura 3. Aspirador de secreciones otros servicios	49
Figura 4. Autoclave.....	50
Figura 5. Bascula electrónica	50
Figura 6. Bomba de infusión	52
Figura 7. Desfibrilador	53
Figura 8. Doppler fetal	53
Figura 9. Electrocardiógrafo.....	54
Figura 10. Monitor de signos vitales.....	54
Figura 11. Tensiómetro manual.....	55
Figura 12. Laringoscopio.....	55
Figura 13. Software LIPA	65
Figura 14. Perfil de usuario en el software LIPA.....	66
Figura 15. Esquema organizacional del HSJDP gestionados desde lipa.....	66
Figura 16. Inventario de los equipos biomédicos desde LIPA	67
Figura 17. rutina MP aspirador de secreciones	Figura 18. rutina MP autoclave
Figura 19. Rutina MP balanza mecánica	Figura 20. Rutina MP balanza electrónica... 88
Figura 21. Rutina MP bomba de infusión	Figura 22. Rutina MP compresor..... 88
Figura 23. Rutina MP desfibrilador	Figura 24. Rutina MP Doppler fetal..... 89
Figura 25. Rutina MP electrobisturí	Figura 26. Rutina MP electrocardiógrafo ... 89
Figura 27. Rutina MP equipo de órganos	Figura 28. Rutina MP fonendoscopio
Figura 29. Rutina MP glucómetro	Figura 30. Rutina MP incubadora neonatal 90
Figura 31. Rutina MP lampara calor radiante	Figura 32. Rutina MP infantometro
Figura 33. Rutina MP lampara cielitica	Figura 34. Rutina MP lampara cuello cisne 91
Figura 35. Rutina MP lampara foto curado	Figura 36. Rutina MP laringoscopio
Figura 37. Rutina MP máquina de anestesia	Figura 38. Rutina MP mesa de partos
Figura 39. Rutina MP mesa quirúrgica	Figura 40. Rutina MP microscopio
Figura 41. Rutina MP monitor de signos vitales	Figura 42. Rutina MP monitor fetal..... 93
Figura 43. Rutina MP nebulizador	Figura 44. Rutina MP negatoscopio
Figura 45. Rutina MP nevera de vacunas	Figura 46. Rutina MP oxímetro
Figura 47. Rutina MP pieza de alta	Figura 48. Rutina MP pieza de baja
Figura 49. Rutina MP tallímetro	Figura 50. Rutina MP tensiómetro
Figura 51. Rutina MP termómetro	Figura 52. Rutina MP termohigrómetro
Figura 53. Rutina MP unidad odontológica	Figura 54. Rutina MP ventilador mecánico .96
Figura 55. Clasificación de equipos biomédicos según el nivel de riesgo.....	116
Figura 56. Equipos biomédicos de riesgo bajo	117
Figura 57. Equipos biomédicos de riesgo moderado (Autor).....	117
Figura 58. Equipos biomédicos de riesgo alto (Autor).....	118
Figura 59. Equipos biomédicos de riesgo muy alto (Autor).....	118
Figura 60. Clasificación de los equipos según el tipo de fallas (Autor)	120
Figura 61. Fallas en los equipos biomédicos (SPA) (Autor).....	120
Figura 62. Fallas en los equipos biomédicos (SP – PA – SA) (Autor)	121
Figura 63. Fallas en los equipos biomédicos (S – P – A) (Autor).....	121

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Figura 64. Estado de mantenimiento preventivo mes a mes generado por LIPA (Autor)	125
Figura 65. Estado de mantenimiento correctivo desde LIPA (Autor)	126

Listado de tablas

Tabla 1. Clasificación de riesgo de los dispositivos médicos	32
Tabla 2. Criterios de clasificación de equipos médicos	33
Tabla 3. Documentación correspondiente al estado del arte	45
Tabla 4. Características de los principales equipos y dispositivos médicos.....	48
Tabla 5. Equipos biomédicos de bajo riesgo.....	58
Tabla 6. Equipos biomédicos de riesgo moderado.....	59
Tabla 7. Equipos biomédicos de riesgo alto.....	59
Tabla 8. Tipo de fallas de los equipos biomédicos	61
Tabla 9. Ubicación física de los equipos biomédicos.....	82
Tabla 10. Fallas de los equipos biomédicos y posibles causas.....	105

Listado de anexos

Anexo 1. Formato cronograma de mantenimiento preventivo	134
Anexo 2. Formato hoja de vida de equipos biomédicos.....	135
Anexo 3. Formato general de actas	135
Anexo 4. Formato Rutina de verificación diaria.....	137
Anexo 5. Ejemplo de formato de mantenimiento preventivo	138
Anexo 6. Formato de actividad de mantenimiento	139

Resumen

La empresa VHM INGENIERIA establece un convenio con la E.S.E (Empresa Social del Estado) Hospital San Juan de Dios Pamplona y centros de salud adscritos, cuyo objetivo primordial es llevar a cabo un programa eficaz de mantenimiento de equipos médicos que abarque planificación, gestión y ejecución.

En la planificación de las actividades de mantenimiento, se debe tomar en cuenta los recursos financieros, materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente estas. Una vez definido el programa, se examinan y gestionan continuamente los aspectos operativos para garantizar que el programa se mantiene sin interrupciones y se realicen las mejoras necesarias. En última instancia, la ejecución apropiada del programa es esencial para garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos.

El desarrollo del trabajo se centra en un estudio de los protocolos de mantenimiento que se manejan en la empresa, para clasificar los equipos y dispositivos médicos presentes en los servicios asistenciales de la E.S.E Hospital San Juan de Dios Pamplona y centros de salud adscritos, para identificar las condiciones actuales de los equipos, realizar mantenimiento preventivo siguiendo el cronograma descrito por el servicio biomédico y atender reportes de mantenimiento correctivo cuando algún equipo lo requiera, apoyo en la gestión y diseño de un plan de gestión de mantenimiento efectivo y confiable en la E.S.E hospital san juan de Dios pamplona, el cual permita a los servicios asistenciales y centros de salud adscritos prestar servicios de calidad, garantizando al paciente diagnósticos acertados gracias a la información suministrada por los equipos biomédicos.

Contribuyendo a incrementar la competitividad y mejora continua, a la organización de las personas y los recursos disponibles para garantizar la intervención antes, durante y después de que suceda una falla con los equipos evitando reparaciones costosas, eventos adversos y además garantizando al paciente diagnósticos acertados gracias a la información suministrada por los

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

equipos biomédicos generando al mismo tiempo que las actividades ejecuten se de forma segura buscando el equilibrio físico, mental y social de estos.

Palabras Clave: Centro de salud, Control de calidad, Cronograma de mantenimiento, Gestión de mantenimiento, Hojas de vida de equipos biomédicos, Mantenimiento correctivo, Mantenimiento preventivo y Servicio asistencial

Abstract

The company VHM INGENIERIA establishes an agreement with the E.S.E (Empresa Social del Estado) Hospital San Juan de Dios Pamplona and affiliated health centers, whose primary objective is to carry out an effective maintenance program for medical equipment that includes planning, management and execution.

The planning of maintenance activities must take into account the financial, material and human resources needed to carry them out adequately. Once the program is defined, operational aspects are continually reviewed and managed to ensure that the program is maintained without interruption and necessary improvements are made. Ultimately, proper execution of the program is essential to ensure optimal equipment performance.

The development of the work is focused on a study of the maintenance protocols that are handled in the company, to classify the equipment and medical devices present in the health care services of the E.S.E Hospital San Juan de Dios Pamplona and affiliated health centers, to identify the current conditions of the equipment, perform preventive maintenance following the schedule described by the biomedical service and attend corrective maintenance reports when any equipment requires it, support in the management and design of an effective and reliable maintenance management plan in the E. S.E hospital san Juan de Dios Pamplona, which allows the health care services and health centers to provide quality services, ensuring the patient accurate diagnoses thanks to the information provided by the biomedical equipment.

Contributing to increase competitiveness and continuous improvement, to the organization of people and resources available to ensure the intervention before, during and after a failure occurs with the equipment avoiding costly repairs, adverse events and also ensuring the patient accurate diagnoses thanks to the information provided by the biomedical equipment while generating that the activities are executed safely seeking the physical, mental and social balance of these.

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Keywords: Health center, Quality control, Maintenance schedule, Maintenance management, Biomedical equipment life sheets, Corrective maintenance, Preventive maintenance and Assistance service.

CAPITULO I

1. Introducción

1.1. Contexto y condiciones del problema

Los avances correspondientes a conocimiento médico, investigación científica y tecnología actual, han ido evolucionando desde hace algún tiempo atrás cuando surgió la necesidad de crear herramientas para examinar y observar el cuerpo humano, siendo los equipos médicos parte integral del diagnóstico en pacientes. Los dispositivos médicos son bienes que actúan y tienen un efecto directo sobre la vida humana y exigen una inversión en ocasiones alta, debido a la tecnología que implementan, hoy por hoy es casi imposible encontrar una institución prestadora de salud sin la tecnología de los equipos biomédicos para el diagnóstico y tratamientos de los pacientes; debido a la necesidad de mejorar el servicio, muchas de las instituciones de salud del país actualmente han venido gestionando o cuentan con planes de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y actividades para el control, manejo de equipos y dispositivos biomédicos.

La E.S.E Hospital san Juan de Dios de Pamplona es una institución prestadora de servicios de salud de mediana complejidad, conformada por las IPS públicas de los municipios de Cácuta, Cucutilla, Chitagá, Mutiscua, Pamplona, Pamplonita, Silos.

Desde los últimos años y debido a la emergencia sanitaria actual, la institución ha ido adquiriendo una gran variedad de equipos y dispositivos biomédicos nuevos para cubrir los planes de contingencia y prestar servicio de calidad, dichos equipos son adquiridos mediante gestiones públicas, donaciones, presupuesto, etc. Esto representa un gran avance respecto a la tecnología presente en el hospital y la calidad del servicio que se brinda a los pacientes. Sin embargo, no todos los equipos biomédicos que actualmente operan en la E.S.E hospital san Juan de Dios Pamplona y centros de salud adscritos son nuevos, por el contrario, son equipos que a pesar de que ya cumplen su tiempo de vida útil siguen en funcionamiento y prestando su servicio, pese a que anteriormente se menciona que en la institución se adquieren equipos nuevos, no son equipos que respalden a los que presentan esta problemática (equipos antiguos), ya que suelen ser demasiado costosos y no

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

entran dentro del presupuesto establecido por la entidad, lo que hace que sea muy difícil adquirir uno nuevo, por este motivo no se dan de baja o no se sacan del servicio porque simplemente no se tiene un equipo de respaldo que cumpla su misma función.

Contar con la presencia de equipos biomédicos antiguos en los servicios asistenciales puede representar inconvenientes a la hora de llevar a cabo el programa de mantenimiento, ya que para la ejecución de este se requiere información y registro de funcionamiento respecto a su tiempo de operación, para así conocer su histórico de fallas y poder establecer una metodología de mantenimiento particular, pero la mayoría de estos equipos no dispone de dicha información, tampoco cuentan con los respectivos manuales de usuario o de servicio, las hojas de vida y fichas técnicas no cuentan con datos requeridos, son equipos que tienden a presentar fallas recurrentes debido a que los sistemas internos se encuentran deteriorados, basados en este motivo se desprenden posibles problemáticas respecto al stock de repuestos y costos de mantenimiento, al ser equipos antiguos se corre la posibilidad de que los repuestos que se requieren para las reparaciones no se encuentren en el mercado y se deba recurrir a alternativas costosas.

El uso inadecuado de equipos biomédicos tanto antiguos como nuevos también puede representar una problemática en cuanto al funcionamiento y operación dentro de los servicios asistenciales.

1.2. Sistematización del problema

¿Cómo diseñar una propuesta un plan de gestión de mantenimiento efectivo y confiable en el hospital san juan de Dios pamplona, el cual permita a los servicios asistenciales y centros de salud adscritos prestar servicios de calidad, garantizando al paciente diagnósticos acertados gracias a la información suministrada por los equipos biomédicos?

1.3. Justificación

Dada la problemática que existe al llevar a cabo el programa de mantenimiento de los equipos biomédicos. Se establece un plan de mantenimiento eficaz y efectivo a los equipos biomédicos tanto antiguos como a equipos que están operando dentro de su tiempo de vida útil, mediante el cual se optimizarán las fallas recurrentes, evitando costos de mantenimiento no previstos y permitiendo el funcionamiento del equipo dentro de los servicios asistenciales de la E.S.E Hospital san Juan de Dios Pamplona y centros de salud adscritos.

Conocer la causas por las cuales los equipos y dispositivos biomédicos presentan fallas y darles una solución efectiva, permite que se inicie un registro de los equipos que no cuenten con información actualizada y continuar con el histórico de mantenimiento a los equipos que sí la poseen, esto también brinda la oportunidad de llevar un control más minucioso de los equipos biomédicos y por ende determinar cuáles requieren un mayor trabajo de mantenimiento ya sea por su antigüedad o uso inadecuado, dentro del programa de mantenimiento se establece capacitar al personal y brindar información relevante con el fin de que se de buen uso a los equipos, se pueda ejecutar el cronograma de mantenimiento con normalidad y que no sea obstruido por eventos imprevistos, también se puede proponer mejoras a futuro para que el plan que se ejecute se mantenga actualizado.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Ejecutar el programa de mantenimiento establecido por la empresa VHM INGENIERÍA S.A.S para los equipos y dispositivos médicos del Hospital San Juan de Dios Pamplona

1.4.2. Objetivos específicos

- Estudiar los protocolos de mantenimiento en los principales equipos y dispositivos médicos
- Clasificar los equipos y dispositivos médicos presentes en el Hospital San Juan de Dios Pamplona
- Realizar mantenimiento preventivo en los diferentes equipos y dispositivos médicos según el cronograma de mantenimiento y atender reportes de mantenimiento correctivo cuando algún equipo lo requiera.
- Plantear una propuesta que apoye la gestión de mantenimiento en equipos y dispositivos médicos.
- Evaluar el cumplimiento y alcance de los objetivos propuestos anteriormente

1.4.3. Acotaciones

El desarrollo de este proyecto está enfocado en las actividades de mantenimiento y soporte técnico en equipos y dispositivos biomédicos de la empresa VHM INGENIERIA S.A.S en la E.S.E Hospital San Juan de Dios pamplona y centros de salud adscritos, por lo tanto el mantenimiento se llevarán a cabo a todos los equipos sin excepción; sin embargo, en el presente se mostrará información de los equipos más relevantes y aspectos que estén de acuerdo al enfoque del proyecto por el amplio inventario manejado en la institución prestadora de salud.

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Las tareas de la gestión de mantenimiento en equipos biomédicos que ejecutó están preestablecidas, mi rol de practicante es dar apoyo y ejecutar las tareas programadas, aportando mis conocimientos con el fin de profundizar en aspectos que entran al proyecto mediante la observación, análisis, investigación y puesta en marcha del mantenimiento de los equipos biomédicos.

1.5. Estructura del documento

La temática de este proyecto relaciona el mantenimiento preventivo y correctivo establecido por el servicio biomédico de la empresa VHM ingeniería S.A.S para los equipos y dispositivos médicos manejados en los servicios asistenciales de la E.S.E Hospital san Juan de Dios Pamplona y centros de salud adscritos, la cual será abordada inicialmente con un método de tipo cualitativo con el fin de comprender y diagnosticar con precisión el estado actual de los dispositivos, aplicando todos los conocimientos adquiridos durante la formación académica, la ejecución de la pasantía y los conceptos en materia de mantenimiento en equipos y dispositivos médicos; Este documento se divide en 8 capítulos los cuales dan cumplimiento a los objetivos planteados.

En el capítulo 2 se contempla la investigación y conceptualización sobre temas relacionados con equipos y dispositivos médicos, la importancia de estos en las instituciones prestadoras de salud, también se menciona a las entidades encargadas de reglamentar y controlar la gestión logística y normativa de estos aparatos tanto nacional como internacionalmente y la clasificación de los mismos, otro aspecto que se tiene en cuenta es la documentación respecto a definiciones de mantenimiento, los tipos de mantenimiento aplicados a equipos y dispositivos médicos así como la definición de mantenimiento preventivo y correctivo orientado al área de la biomédica, por último y no menos importante, se hace mención del tipo de fallas que puede ocurrir en los diferentes tipos de equipos según sus características.

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

En el capítulo 3 se realiza la identificación y clasificación de los diferentes equipos y dispositivos biomédicos presentes en la E.S.E Hospital san juan de Dios Pamplona y centros de salud adscritos, en primera medida se da una breve descripción y caracterización de los equipos y dispositivos médicos más comunes, se realiza el inventario de los mismos por medio una base de datos realizada en el software Microsoft Excel, también se realiza la clasificación de los equipos teniendo en cuenta el tipo de riesgo según el nivel de contacto con el paciente y se discuten ciertos criterios de clasificación, del mismo modo se clasifican según el tipo de falla que estos presenten.

En el capítulo 4 se presenta el estudio de los protocolos de mantenimiento preventivo a equipos y dispositivos médicos iniciando con una breve descripción del entorno del desarrollo de la pasantía y el software de mantenimiento propio de la empresa (LIPA), del mismo modo se conocen las actividades diarias que se realizan en torno a la gestión de mantenimiento y se conceptualiza acerca de las acciones a realizar ante un reporte de mantenimiento correctivo.

En el capítulo 5 se pone en marcha los protocolos de mantenimiento preventivo y las acciones que se realizan ante un mantenimiento correctivo, un aspecto en el que se basa este capítulo es describir las principales funciones y responsabilidades del área de mantenimiento, así como seguir el cronograma de mantenimiento preventivo anual, aquí se da una síntesis acerca de los servicios asistenciales y centros de salud pertenecientes al hospital san juan de Dios y se muestran los diferentes formatos en los cuales se registra y controla las actividades de mantenimiento realizadas cada mes, del mismo modo se describe mediante diagramas de flujo la lista de actividades propuestas para el mantenimiento preventivo de cada equipo y siguiendo la misma metodología se mencionan las acciones ejecutadas ante un mantenimiento correctivo, para finalizar se establece una síntesis de las fallas, causas y soluciones a los equipos y dispositivos médicos y se definen los criterios para dar de baja los equipos de los diferentes servicios asistenciales.

En el capítulo 6 se plantea una propuesta destinada a brindar apoyo a la gestión de mantenimiento, tomando como base la problemática propuesta en el presente documento y en función de prevenir fallas; también se pretende abordar desde un enfoque crítico los avances

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

tecnológicos contemplados desde la ingeniería mecatrónica para la gestión de mantenimiento en una proyección de mediano a largo plazo.

El capítulo 7 expone los resultados obtenidos en cada uno de los objetivos planteados, y para finalizar, en el capítulo 8 se plasman las conclusiones a las que se llegó mediante el desarrollo del proyecto y la ejecución de la pasantía respecto a la temática seleccionada.

1.6. Síntesis

Se realizó la introducción del documento la cual se compone por el resumen y las palabras claves, así como la problemática central con su respectiva justificación, se mencionan los objetivos del proyecto como las acotaciones del mismo, también se establece la estructura en la que se divide el desarrollo del documento.

CAPITULO II

2. Marco teórico y estado del arte

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Equipos y dispositivos médicos

El decreto 4725 del 26 de diciembre de 2005 del ministerio de protección social establece la definición de dispositivos médicos como cualquier instrumento, aparato, máquina, equipo software o artículo que esté dispuesto para el uso humano en cualquiera de los siguientes aplicaciones ya sea para diagnóstico, prevención, supervisión, tratamiento o alivio de una enfermedad o de una lesión de deficiencia, para la investigación, sustitución, modificación o soporte de la estructura atómica o un proceso fisiológico, para el diagnóstico del embarazo y control del parto, cuidado durante el embarazo, nacimiento ya sea antes o después del mismo incluyendo el cuidado del recién nacido, también para productos de desinfección o esterilización de dispositivos o instrumental médico.

A diferencia de un dispositivo médico, el mismo decreto define un equipo médico como un dispositivo operacional y funcional que reúne y agrupa sistemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos o neumáticos los cuales intervengan en su buen funcionamiento para ser destinados en el uso de seres humanos con fines de prevención, diagnóstico tratamiento o rehabilitación. No hacen parte de este grupo los dispositivos que son implantados en el ser humano o que son destinados para un solo uso. (INVIMA I. N., 2021)

2.1.1.1. Entes de regulación y control para los equipos y dispositivos médicos

Ministerio de salud y protección social

El ministerio de salud y protección social es una entidad pública perteneciente al gobierno nacional y cabeza del sector de la salud, encargado de conocer, dirigir, evaluar y orientar el sistema de seguridad social en salud, mediante la formulación de políticas, planes y programas, la coordinación intersectorial y la articulación de actores de salud con el fin de mejorar la calidad, oportunidad, accesibilidad de los servicios de salud y sostenibilidad del sistema, incrementando los niveles de satisfacción de los pacientes, familias, comunidades y habitantes del territorio nacional. (MinSalud, 2021)

En términos de dispositivos médicos y equipos biomédicos, estos son considerados de gran importancia en el enfoque de la salud a nivel mundial y en Colombia el “decreto 4725 de 2005” es la normativa legal vigente para el seguimiento de estas tecnologías “por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano” decreto del cual se profundiza en el ítem “normatividad” del presente documento. (MindeSalud, 2021)

INVIMA

Según la información que presenta el documento “ABC de dispositivos médicos” del Ministerio de la protección social, se presenta al INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos) como un establecimiento público de orden nacional el cual está adscrito al ministerio de salud y protección social, actúa como agencia sanitaria para ejecutar las políticas pertinentes a la vigilancia sanitaria y el control de la calidad en todo el territorio colombiano.

Dicha institución siendo el líder del sistema nacional de vigilancia sanitaria “busca proteger y promover la salud de la población, mediante la gestión del riesgo asociada al consumo y uso de

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

los productos y tecnologías objeto de vigilancia sanitaria” contemplados en el artículo 245 de Ley 100 de 1993 (Gobierno Nacional F. p., 2021) y artículo 2° del Decreto 2078 de 2012. (Gobierno Nacional F. , 2021)

Echando un vistazo por el sitio web del INVIMA y tomando como enfoque los dispositivos médicos y equipos biomédicos se muestran aspectos que tienen que ver con la autorización y comercialización de dichos dispositivos siendo esta entidad la que otorga *“El permiso a un fabricante, importador o comercializador para que comercialice su producto en el mercado colombiano, con el previo cumplimiento de todos los requisitos establecidos en la normatividad sanitaria vigente.”* por medio de un registro sanitario o permiso de comercialización el Invima garantiza que la introducción de los dispositivos médicos y equipos biomédicos, cumplan con los estándares de seguridad, eficacia y desempeño para que puedan ser comercializados y usados en Colombia. (INVIMA, 2021)

OPS/OMS

La organización panamericana de la salud (OPS) es el ente encargado de brindar apoyo y fortalece la capacidad de los países de la Región de las Américas en los temas de Regulación de dispositivos médicos, Gestión de Tecnologías Sanitarias y Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETS); a través de reuniones y talleres regionales, cooperación técnica, intercambio de información, capacitación a través de cursos en línea, entre otros. La OPS colabora con los Estados Miembros en la creación y fortalecimiento de la Capacidad Reguladora de dispositivos médicos de la Región de las Américas; con el fin de garantizar la calidad, seguridad y eficacia de los productos que son utilizados por la población. (organizacion panamericana de la salud OPS, 2021)

2.1.1.2. Normatividad

Conocer y atender la normativa que rige un área de trabajo en específico juega un papel muy importante cuando se trata de aplicar o ejercer cierta actividad sobre este, una normativa describe las funciones, objetivos, características y responsabilidades que cumple cada individuo u

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

objeto, así como la regulación de las mismas. a continuación, se presenta una serie de normas legales que establece la constitución política de Colombia a cerca de equipos y dispositivos médicos: (Velazco Aldana)

Resolución 434 de 2001

“Por la cual se dictan normas para la evaluación e importación de tecnologías biomédicas, se define las de importación controlada y se dictan otras disposiciones”

Dicha resolución en su artículo segundo tiene como objetivo *“establecer metodologías y procedimientos de evaluación técnica y económica, así como aquellos que permitan determinar la más eficiente localización, de tecnología biomédica y determinar los criterios para la importación o adquisición y adecuada incorporación a las instituciones Prestadoras de Servicios de Salud, que garantice la calidad de la atención en salud, basado en criterios de calidad y costo efectividad.”* (MinisterioDeSalud, 2001)

Decreto 919 de 2004

“Por el cual se reglamentan las donaciones internacionales de medicamentos y dispositivos médicos”

El artículo 5 establece la *“verificación de la calidad y utilización de las donaciones. Cuando el INVIMA lo considere pertinente, podrá verificar la calidad de los medicamentos y dispositivos médicos cuya donación haya sido autorizada.”* del mismo modo *“las Direcciones Departamentales o Distritales de Salud en desarrollo de sus competencias de vigilancia y control, podrán en cualquier momento verificar la calidad y utilización de los medicamentos y dispositivos médicos donados.”* (sistema unico de informacion normativa SUIN, 2004)

Decreto 4725 de 2005

“Por la cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permisos de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano”

Es la norma vigente y que establece todo lo relacionado con los equipos y dispositivos médicos. En el capítulo II establece los criterios de clasificación de dispositivos según lo establecido por el fabricante donde *“se fundamenta en los riesgos potenciales relacionados con el uso y el posible fracaso de los dispositivos con base en la combinación de varios criterios tales como, duración del contacto con el cuerpo, grado de invasión y efecto local contra efecto sistémico”*

En el Capítulo III, se establecen las *“Buenas prácticas de manufactura y de capacidad de almacenamiento y/o acondicionamiento de los dispositivos médicos”* en donde el Ministerio de Protección Social expedirá las normas que lo regulen.

En el Capítulo IX. Se establecen las responsabilidades acerca de “Control y Vigilancia” de todo lo relacionado con dispositivos médicos las cuales se ejecutan por las autoridades sanitarias (Nacionales, Departamentales, Distritales y Municipales). (MinisterioDeLaProteccionSocial, Decreto Numero 4725 de 2005, 2005)

Resolución 4002 de 2007

“Por la cual se adopta el Manual de Requisitos de Capacidad de Almacenamiento y/o Acondicionamiento para Dispositivos Médicos”

Esta norma resuelve *“Adoptar el Manual de Requisitos de Capacidad de Almacenamiento y/o Acondicionamiento de Dispositivos Médicos, el cual se encuentra contenido en el anexo técnico que hace parte integral de la presente resolución”* (MinisterioDeLaProteccionSocial, Resolucion Numero 402 de 2007, 2007)

Resolución 4816 de 2008

“Por la cual se reglamenta el Programa Nacional de Tecnovigilancia.”

Dicha resolución en su artículo primero reglamenta *“el Programa Nacional de Tecnovigilancia a fin de fortalecer la protección de la salud y la seguridad de los pacientes, operadores y todas aquellas personas que se vean implicadas directa o indirectamente en la utilización de dispositivos médicos”* (MinisterioDeLaProteccionSocial, Resolucion Numero 4816 de 2008, 2008)

2.1.1.3. Clasificación de los equipos y dispositivos médicos**2.1.1.3.1. Clasificación según su nivel de riesgo**

La clasificación de equipos médicos se plantea en el capítulo 2 “clasificación” del decreto 4725 del 26 de diciembre de 2005 dispuesto por el ministerio de la protección social, donde en el artículo 5º establece *“La clasificación de los dispositivos médicos realizada por el fabricante, se fundamenta en los riesgos potenciales”* donde se relaciona el uso y fracaso de los dispositivos tomando como base la duración del contacto con el cuerpo humano, el grado de invasión y el efecto local contra el efecto sistémico. De acuerdo con la normatividad sanitaria vigente y el tipo de producto, existe una clasificación de riesgo como se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Clasificación de riesgo de los dispositivos médicos*(MinisterioDeLaProteccionSocial, Decreto Numero 4725 de 2005, 2005)*

Clase	Nivel de riesgo	Descripción	Ejemplo
I	Riesgo bajo	Son dispositivos médicos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, que no están destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión.	Instrumental quirúrgico, gasas
IIa	Riesgo moderado	Son los dispositivos médicos de riesgo moderado, sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad	Agujas hipodérmicas, equipos de succión
IIb	Riesgo alto	Son los dispositivos médicos de riesgo alto, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad	Ventiladores pulmonares, Implantes ortopédicos
III	Riesgo muy alto	Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión”	Válvulas cardiacas, marcapasos

2.1.1.3.2. Criterios de clasificación de los equipos y dispositivos médicos

En el artículo 6° del decreto mencionado anteriormente se determinan los “*Criterios de clasificación*” de equipos y dispositivos médicos donde “*La aplicación de las reglas de clasificación se regirá por la finalidad prevista de los dispositivos médicos*” y se ven relacionadas en la tabla 2 que se muestra a continuación.

Tabla 2. Criterios de clasificación de equipos médicos*(MinisterioDeLaProteccionSocial, Decreto Numero 4725 de 2005, 2005)*

Índice	Criterio de clasificación	Condición
a.	El dispositivo médico se destina a utilizarse en combinación con otro dispositivo médico	Las reglas de clasificación se aplicarán a cada uno de los productos por separado del producto con el que se utilicen
b.	Los soportes informáticos que sirvan para manejar un producto o que tengan influencia en su utilización	Estos soportes se deben incluir automáticamente en la misma categoría
c.	El dispositivo médico no se destina a utilizarse principalmente en una parte específica del cuerpo	Se debe considerar para dicha clasificación la utilización específica más crítica
d.	Si para el mismo dispositivo médico son aplicables varias reglas según las funciones y características que le atribuye el fabricante	Se aplicarán las reglas que conduzcan a la clasificación más elevada.

2.1.1.4. Definiciones técnicas

Según lo planteado en el decreto 4725 del 26 de diciembre de 2005 del ministerio de protección social (MinisterioDeLaProteccionSocial, Decreto Numero 4725 de 2005, 2005) en el artículo 2º “definiciones” se adopta una serie de definiciones técnicas para efectos de aplicación y cumplimiento del mismo estas son:

Accesorio: El destinado especialmente por el fabricante para ser utilizado en forma conjunta con un dispositivo médico, para que este último, pueda emplearse de conformidad con la finalidad prevista para el producto por el fabricante del mismo.

Alarma de operación: alarma visual, o auditiva, para indicar la necesidad de que el personal técnico ajuste el suministro o corrija un funcionamiento defectuoso.

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Cronograma: Programación de fechas para cumplir actividades en un equipo.

Daño: Perjuicio para la salud de las personas, ya sea que el hecho cause lesión transitoria o permanente, enfermedad o muerte.

Riesgo: Posibilidad o probabilidad de que pueda producirse un daño, para el paciente y para el personal que lo manipula.

Fallas de funcionamiento: Mal funcionamiento o deterioro en las características y/o desempeño de un dispositivo médico, que pudo haber llevado a la muerte o al deterioro de la salud.

Guías Rápidas: Instructivo para el manejo correcto de un equipo en donde se instruye al usuario sobre las partes básicas del equipo, su correcto uso y advertencias, y la limpieza y desinfección según instruya el fabricante.

Inspección: se entiende como constatación, reconocimiento o comprobación del estado actual del bien o equipo.

Inventario: Asiento de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad, hecho con orden y precisión. Papel o documento en que están escritas dichas cosas.

Ciclo de vida límite: Máximo periodo de tiempo entre mantenimientos preventivos programados sucesivos. A medida que el tiempo de servicio aumenta, este ciclo se va haciendo cada vez menor. Se modifica teniendo en cuenta las paradas forzosas o imprevistas.

Modelo: Es la designación mediante números, letras o su combinación con la cual se identifica el diseño y la composición de un equipo biomédico.

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Número de lote o serie: Designación (mediante números, letras o ambos) del lote o serie de dispositivos médicos que, en caso de necesidad, permita localizar y revisar todas las operaciones de fabricación e inspección practicadas durante su producción y permitiendo su trazabilidad.

Registro sanitario: Es el documento público expedido por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, INVIMA, previo el procedimiento tendiente a verificar el cumplimiento de los requisitos técnico-legales y sanitarios establecidos en el decreto 4725 de diciembre 26 de 2005, el cual faculta a una persona natural o jurídica para producir, comercializar, importar, exportar, envasar, procesar, expender y/o almacenar un dispositivo médico.

Reparación: Restauración o reemplazo de las partes defectuosas o gastadas, identificadas ya sea por inspecciones o por interrupciones de la operación, para ponerlas en buenas condiciones de funcionamiento.

Seguridad: Es la característica de un dispositivo médico, que permite su uso sin mayores posibilidades de causar efectos adversos.

Servicio de soporte técnico: Son todas las actividades realizadas para asegurar el buen funcionamiento del equipo biomédico, involucrando aquellas consideradas como de mantenimiento preventivo, correctivo y verificación de la calibración, entre otras.

Tecnovigilancia: Es el conjunto de actividades que tienen por objeto la identificación y la cualificación de efectos adversos serios e indeseados producidos por los dispositivos médicos, así como la identificación de los factores de riesgo asociados a estos efectos o características, con base en la notificación, registro y evaluación sistemática de los efectos adversos de los dispositivos médicos, con el fin de determinar la frecuencia, gravedad e incidencia de los mismos para prevenir su aparición.

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Evento adverso serio: daño no intencionado que pudo haber llevado a la muerte o al deterioro serio de la salud del paciente, operador o todo aquel que se vea implicado directa o indirectamente, como consecuencia de la utilización de un dispositivo médico.

Evento adverso no serio: daño no intencionado, diferente a los que pudieron haber llevado a la muerte o al deterioro serio de la salud del paciente, operador o todo aquel que se vea implicado directa o indirectamente, como consecuencia de la utilización de un dispositivo o aparato de uso médico.

Incidente adverso serio: Potencial riesgo de daño no intencionado que pudo haber llevado a la muerte o al deterioro serio de la salud del paciente, pero que, por causa del azar o la intervención de un profesional de la salud u otra persona, o una barrera de seguridad, no generó un desenlace adverso.

Incidente adverso no serio: Potencial riesgo de daño no intencionado diferente a los que pudieron haber llevado a la muerte o al deterioro serio de la salud del paciente, pero que, por causa del azar o la intervención de un profesional de la salud u otra persona, o una barrera de seguridad, no generó un desenlace adverso.

Formato de reporte: Es el medio por el cual un reportante notifica a la institución hospitalaria, al fabricante y/o a la entidad sanitaria, sobre un evento o incidente asociado al uso de un dispositivo médico.

2.1.2. Que es mantenimiento

Como lo define el - Manual de mantenimiento - del servicio nacional de aprendizaje (SENA), “*El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos sigan prestando el servicio para el cual fueron diseñados.*” La tarea de mantenimiento desde el punto de vista de la ingeniería prima sobre la acción que realiza el equipo para garantizar la conservación del servicio, por este

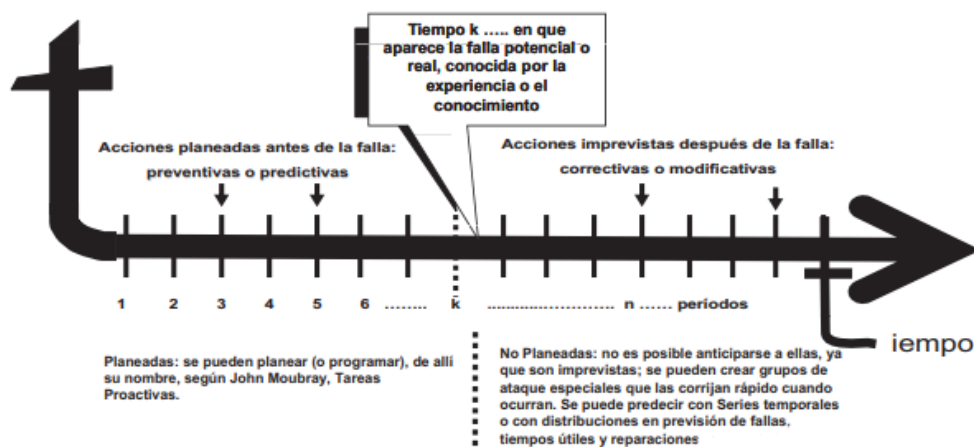
EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

motivo el mantenimiento realizado sobre este debe garantizar su funcionamiento con el fin de mantener la capacidad productiva o de operación deseada. (Botero, 1991)

2.1.3. Enfoque hacia las acciones de mantenimiento

El autor (Mora, 2009) en su libro “mantenimiento- planeación, ejecución y control” plantea que el trabajo de mantenimiento descrito en esta sección se divide en dos partes fundamentales para la inicialización de la actividad de mantenimiento, en la fase 1 aparecen los instrumentos de mantenimiento y personal de ingeniería entrenado y capacitado para llevar a cabo primeras tareas de índole correctivo las cuales buscan corregir fallas o paros imprevistos de forma rápida y oportuna, hacen presencia elementos como órdenes de trabajo, herramientas, repuestos e insumos adecuados de mantenimiento. En este punto se inicia la recolección de datos y sistemas de información dando bases para un mantenimiento efectivo.

La fase 2 nace como consecuencia de las fallas imprevistas las cuales significan un gran problema en la operación de los equipos, pues impiden el desarrollo normal de su actividad, dicha fase tiene como objetivo principal solucionar las fallas repentinas de los equipos por esto “*el mantenimiento empieza a desarrollar acciones de prevención o predicción de fallas.*” en las cuales se utilizan técnicas propias de prevención y predicción como pueden ser rutinas de inspección, cronogramas preventivos, evaluación de condición del estado de los equipos, reposición de elementos antes de que entren en falla, entre otros. La fase 2 permite distinguir entre acciones correctivas, modificativas, (Las cuales ocurren después de la falla) y preventivas o predictivas (las cuales ocurren antes de que el equipo deje de funcionar). (Mora, 2009)

Figura 1. Acciones de mantenimiento a través del tiempo.*(Mora, 2009)*

Nota. La figura 1, muestra una relación de fases 1 y 2 respecto al tiempo de ejecución de cada una.

2.1.4. Tipos de mantenimiento

2.1.4.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza mediante una programación previa de actividades, con el fin de evitar la mayor cantidad de daños imprevistos, disminuir tiempos de no operación por fallas y por ende disminuir los costos de la misma. (Botero, 1991) El mantenimiento preventivo “*incluye inspecciones periódicas de instrumentos y equipos, haciendo las tareas de limpieza, lubricación, ajuste, comprobación y reemplazo de componentes defectuosos, que pudieran fallar, alterando el estado operacional del equipo antes de la próxima inspección*” (Primero. J.C. Diaz & L.F. García, 2015) Debido a los altos niveles de operación y uso que los equipos deben soportar, en las empresas se hace necesaria la implementación de sistemas de mantenimiento preventivo que permita aumentar la eficacia y eficiencia de los equipos para su posterior uso.

2.1.4.2. Mantenimiento correctivo

El Mantenimiento Correctivo es aquel que se realiza a un equipo para restablecer su estado de funcionamiento luego de que esté presente alguna falla, es un trabajo no planificado que se realiza a partir de un reporte o solicitud por parte del área encargada. Este mantenimiento está orientado a corregir defectos observados en equipos, se debe localizar el motivo o causa de la falla y corregirla en el menor tiempo posible. En temas de costos, suele ser mayor el costo en la fase de mantenimiento correctivo que en el preventivo debido a las limitaciones de tiempo las cuales sugieren u obligan a tomar decisiones sin planeación previa. sin embargo, no se puede negar que, aunque las acciones de mantenimiento preventivo se realicen de forma eficaz no existan casos de falla, en este caso, los protocolos de mantenimiento correctivo toman importancia ya que es clave para minimizar el impacto que causa la falla y el tiempo en que se mantiene pausado el servicio. (Primerio. J.C. Diaz & L.F. García, 2015)

Tipos de mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se puede dividir en inmediato, diferido, programado y no programado, a continuación, se da una breve definición de cada uno:

Mantenimiento correctivo inmediato: Es aquel tipo de mantenimiento que es realizado inmediatamente después de que el equipo presenta algún fallo o avería. (Sexto, 2017)

Mantenimiento correctivo diferido: Es aquel tipo de mantenimiento correctivo que se puede programar o posponer para más adelante por medio de una orden de trabajo debido a que no puede ser solucionado inmediatamente por motivos que están fuera del alcance del servicio de mantenimiento como pueden ser repuestos o piezas no disponibles para el cambio, el equipo se encuentra en garantía, entre otras. (Sexto, 2017)

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Mantenimiento correctivo planificado: este tipo de mantenimiento ocurre cuando se conoce la falla o avería del equipo, pero este sigue funcionando con un rendimiento menor, al no tratarse de una emergencia se puede planificar para resolver en un periodo corto de tiempo antes de que este deje de funcionar por completo. (aner, 2020)

Mantenimiento correctivo no planificado: Es aquel tipo de mantenimiento que ocurre de forma imprevista y suele ser caótico debido a la inactividad del equipo, los procedimientos para dar solución a la falla o avería suelen ser de emergencia y no previstos por el área de mantenimiento, lo que puede provocar costos de mantenimiento altos e indeseados. (aner, 2020)

2.1.5. Frecuencia del mantenimiento preventivo

Incorporar equipos biomédicos a programas de mantenimiento preventivo que son planificados y regulados mediante cronogramas puede resultar en una decisión delicada que requiere un análisis en cuanto al bienestar del usuario y el tiempo de vida útil del equipo, esto resulta ser una tarea de suma importancia ya que al definir la frecuencia con la que se llevan a cabo estas tareas se puede incurrir en dos aspectos que podrán afectar dicho aparato.

Si se establecen rutinas de mantenimiento en periodos de tiempo muy cortos se podría decrementar el tiempo de vida útil del equipo y los costos por mantenimiento se podrían ver elevados; el primer aspecto se podría controlar ya que la mayoría de los fabricantes y/o proveedores sugieren los tiempos en que se deberían realizar estas tareas sobre los equipos y es decisión del departamento de mantenimiento adoptarla. (ManualMantenimientoPreventivoplanificado, 1999)

Por el contrario, si las rutinas de mantenimiento se realizan en periodos de tiempo demasiado largos se puede ver afectado tanto la confiabilidad como la precisión del equipo y la seguridad que este brinda al operador y al paciente, los periodos de tiempo en que se realicen inspecciones, mantenimiento o verificación de funcionamiento deben estar sujetas a argumentos sustentables, como, por ejemplo:

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

“si el equipo a la hora de su funcionamiento presenta riesgos hacia el paciente o hacia el operador

si el equipo ha estado fuera de funcionamiento por un periodo de tiempo prolongado

sí se puede evitar reparaciones que puedan resultar excesivamente costosas por medio de mantenimientos periódicos

sí se puede prolongar la vida útil un equipo con el fin de evitar altos costos por motivo de reemplazo de equipos que aún se encuentran dentro de su tiempo de vida útil

sí se puede corregir problemas de operación menores antes de que resulten en fallas mayores y costosas” (ManualMantenimientoPreventivoplanificado, 1999)

2.1.6. Cuando realizar mantenimiento correctivo

Se entiende por mantenimiento correctivo el trabajo que se realiza sobre un equipo para restaurar su funcionamiento después de que esté presente una falla o error, una característica muy importante de este tipo de mantenimiento es que no se programa ni se planifica y puede ocurrir en cualquier momento, afectando las operaciones de la empresa, por este motivo, surge la pregunta ¿cuándo debe realizarse este mantenimiento?

Si bien, el departamento de mantenimiento trabaja con el fin de dar respuesta inmediata a fallas o daños que ocurren en los equipos, pero acudir frecuentemente a estas acciones pueden deteriorar y minimizar su tiempo de vida útil, por lo que se recomienda acudir a este tipo de mantenimiento solo cuando sea estrictamente necesario. Optar por un mantenimiento correctivo depende de una serie de factores como la importancia del equipo en las acciones diarias, el costo con relación al tiempo en que estos permanecen fuera de servicio y la facilidad de cambiar y reemplazar piezas.

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Las acciones de mantenimiento correctivo se pueden realizar incluso antes de que ocurra la inactividad del equipo mediante inspecciones periódicas que no requieran o afecten el sistema operativo con el fin de minimizar las fallas del equipo. Existen ocasiones donde el mantenimiento correctivo es planificado, es decir, el departamento de mantenimiento detecta la falla del equipo, pero no se soluciona inmediatamente, operando este con un rendimiento menor al óptimo, por este motivo el departamento de mantenimiento puede optar por un análisis del costo en relación con el beneficio que se obtiene en la reparación planificada de los equipos, buscando un respaldo a presupuestos por altos costos de mantenimiento correctivo. (Aula21, 2020)

2.1.7. Confiabilidad de un equipo

El índice de confiabilidad de un equipo se basa en la frecuencia en la cual ocurren las fallas en equipos o sistemas según el tiempo (ESReDa, 1998). Cuando no se presentan fallas, se puede decir que el equipo es 100% confiable; si la frecuencia de fallas es baja, la confiabilidad del equipo es aceptable, pero si las fallas ocurren con una frecuencia muy alta, el equipo es muy poco confiable.

Un equipo con un muy bien diseñado, con todos los componentes en perfecto estado, y pruebas de funcionamiento y operación correctas en teoría no debería fallar, sin embargo, la experiencia demuestra que incluso los equipos con condiciones óptimas fallan alguna vez (Bazovsky, 2004).

La confiabilidad está muy relacionada con la calidad de un producto, equipo o sistema y es con frecuencia considerada un componente fundamental de ella. La calidad se define cualitativamente como “la cantidad de satisfacción en cuanto a los requerimientos de los usuarios de un producto” mientras que la confiabilidad se interesa por “cuánto tiempo el producto continúa en funcionamiento después de entrar en operación”. Una baja calidad del producto es proporcional a la disminución de su confiabilidad, del mismo modo que una calidad alta implica confiabilidad elevada. (Mora, 2009)

2.1.8. Fallas y tipos de Fallas

Se denomina falla al deterioro, desperfecto, mal estado o situación por el que un equipo o sistema deja de funcionar y no cumple el objetivo para el cual fue diseñado. Siempre que ocurre una falla que provoque que un equipo o proceso se detenga se debe tomar acción para restablecerla y comprender qué factor la produjo. Se puede optar por establecer métodos los cuales permitan documentar los eventos y organizar la información creando así un histórico de fallas, esto permite determinar la frecuencia de dichos eventos (cada cuánto se repiten), identificar las posibles causas (repuestos, malas prácticas, insumos), planificar tareas de control (inspecciones y verificación de funcionamiento), con el fin de trabajar en pro a garantizar el funcionamiento de los equipos, evitar altos costos de mantenimiento y paros de emergencia que afectan la calidad del sistema o servicio. (PROPYMES, 2014)

Existen tres tipos de fallas que pueden estar presentes en equipos o sistemas operativos que son:

Fallas sistemáticas: Este tipo de falla suele aparecer cada cierto periodo de tiempo y cuya aparición causa la interrupción operativa del equipo, luego de ser reparada el equipo vuelve a su estado de operación previo, suelen responder a una sola causa y se puede tener el control de las mismas por lo que sus acciones correctivas no son tan complejas.

Fallas progresivas: Son aquellas que persisten y se incrementan al paso del tiempo y normalmente se confunden con las condiciones operativas normales del equipo por lo que pueden pasar desapercibidas y en algunas ocasiones son ignoradas afectando el rendimiento y efectividad del mismo, las causas que las provocan pueden ser combinadas (por desgaste físico de componentes del sistema, reparaciones previas, entre otros) por lo que dificulta la solución, son fallas difíciles de identificar en las tareas de mantenimiento preventivo y suelen confundir problemas de mantenimiento con problemas de operación.

(PROPYMES,

2014)

Fallas aleatorias: son aquellas que inevitablemente permanecen, aunque se solucionen las fallas sistemáticas. Las fallas aleatorias pueden ser provocadas por una gran variedad de causas las cuales se salen de las manos del equipo de mantenimiento (caídas, golpes, condiciones ambientales, sobrecargas eléctricas, entre otros) o en ocasiones algunas de ellas pueden ser completamente desconocidas según ocurra el evento. Estas fallas son repentinas e incontrolables y no se pueden evitar en ninguna medida. Frecuentemente están producidas por una gran combinación de causas y efectos previos del sistema. (Rodriguez J.A & Martin Pereda. I)

2.2. Estado del arte

En la búsqueda de documentos que presenten información relacionada a gestión de mantenimiento en instituciones médicas o prestadoras de salud, se encuentran documentos que estudian, evalúan y desarrollan dicha gestión mediante herramientas estadísticas y trabajo de campo realizado.

Tabla 3. Documentación correspondiente al estado del arte*(Autor)*

Autor	Título del documento	Comentario
(Revuelta Galván, 2021)	<i>Mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipos biomédicos e industriales de uso hospitalario.</i>	Revuelta (2021) desarrolló un proyecto con el objetivo principal de brindar apoyo al departamento de mantenimiento en las actividades preventivas y correctivas a equipos médicos de uso hospitalario a partir de cual concluye que es necesario que se cuente con unos equipos aptos para preservar la vida y salud de todos los pacientes, y esto debe ser hecho por personas profesionales e idóneas que caractericen la calidad en el mantenimiento preventivo y correctivo.
(Muñoz Salazar & others, 2008)	<i>Manual de protocolos de mantenimiento de equipos biomédicos para el hospital Susana López de Valencia, E.S.E.</i>	Muñoz Salazar et.al (2008) En su tesis establece una serie de fases para el desarrollo del proyecto, de las cuales hace énfasis en la FASE 3 que determina la “evaluación del inventario de equipos biomédicos en el HSLV” en este estudio se propone realizar una evaluación detallada de equipos médicos presentes en dicha institución. Con el fin de contribuir al crecimiento del sistema automatizado del Hospital Susana López de Valencia que está desarrollando el departamento de Sistemas, para el mantenimiento de equipos médicos.
(Mahecha Díaz & others, 2017)	<i>Propuesta metodológica de mantenimiento preventivo aplicado a equipos biomédicos críticos de la Secretaría de Salud de Cundinamarca CRUE.</i>	Mahecha (2017). Realizó una propuesta de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos críticos de la Secretaría de Salud de Cundinamarca, donde propone mejorar la atención de los usuarios y aumentar la vida útil de los equipos, caracteriza y estudia los equipos críticos que se aplican en una emergencia, analiza la importancia de realizar adecuadamente

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

		los procesos de gestión de los equipos biomédicos para un mejor servicio al usuario frente a una emergencia o urgencia.
(Cataño Ospina, 2021)	<i>Plan de mejora para la gestión de la tecnología de equipos biomédicos en la empresa Saludtrec S.A.S._</i>	Cataño (2021) presentó un plan de mejora para la gestión tecnológica de equipos biomédicos usados en la IPS SALUDTREC S.A.S. llevó a cabo actividades enfocadas en obtener una mejor gestión de los equipos biomédicos, basados en la actualización documental dentro del marco de la política nacional de salud. Por medio de esto, aportó a la entidad una gestión documental actualizada contribuyendo a la disminución de los incumplimientos normativos en relación con la documentación legal exigida por la normativa nacional vigente.
(Gil Jiménez)	<i>Realización de mantenimiento preventivo y correctivo de dispositivos médicos e industriales en las E.S.E donde ARKYMED EQUIPOS S.A.S presta sus servicios._</i>	Gil (2019). Desarrollo actividades basadas en protocolos de mantenimiento ya establecidos de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos médicos en 28 E.S.E de Boyacá, como consecuencia de la realización del mantenimiento se generó una lista de los daños más comunes en los equipos médicos donde se presenta el procedimiento de reparación de cada uno de los daños.

2.3. Síntesis

Se realizó la investigación acerca de equipos y dispositivos médicos, la normatividad que los rige y como se clasifican, se mencionaron aspectos importantes de mantenimiento preventivo, correctivo y de confiabilidad y se abordó el tema de fallas y tipos de fallas en los diferentes sistemas de los equipos.

CAPITULO III

3. Identificación de los equipos y dispositivos médicos



3.1. Características de los principales equipos y dispositivos médicos

Los equipos biomédicos son una parte fundamental en las entidades prestadoras de salud, gracias a ellos y a su tecnología se puede brindar una mejor calidad en el servicio al paciente, hoy en día es casi imposible encontrar una institución de salud sin estas tecnologías, por eso, es importante como ingeniero o técnico de mantenimiento de equipos médicos conocer las características básicas de funcionamiento para así optar por un buen protocolo de mantenimiento preventivo y conocer el paso a seguir en caso de una falla imprevista para su posterior corrección; en este numeral se menciona mediante características básicas algunos de los equipos de uso constante en el hospital san juan de Dios pamplona y tomando como referencia el software lipa de la empresa VHM Ingeniería y catálogos de los fabricantes, se busca dar especificaciones básicas para conocer un poco de los diferentes equipos médicos. Cabe mencionar que la variedad de equipos según su fabricante, marca o modelo puede ser muy amplia y en este caso se seleccionan marcas y fabricantes comerciales comunes y se mencionan los equipos más relevantes para la profundización del proyecto.

Tabla 4. Características de los principales equipos y dispositivos médicos

(Autor)

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Nombre del equipo	Imagen de referencia	Descripción	Especificaciones técnicas
Aspirador de secreciones	<p>Figura 2. Aspirador de secreciones cirugía</p>  <p>(Autor)</p> <p>Figura 3. Aspirador de secreciones otros servicios</p>  <p>(Autor)</p>	<p>Es un equipo diseñado con el fin de eliminar las mucosidades respiratorias retenidas en las vías aéreas del paciente y que este no puede expectorar por sus propios medios, este equipo funciona creando una presión de vacío o succión, y por medio de la conexión equipo-paciente arrastra y saca las secreciones al respectivo vaso del equipo. Está compuesto por un manómetro indicador de presión, un regulador encargado de controlar el vacío, un tubo conectado al catéter de succión y otro a la bomba, un filtro hidrofóbico para protegerla de humedad y un botón de encendido. Este equipo se puede usar en clínicas, hospitales y centros de cirugía.</p>	<p>Fácil reemplazo del filtro hidrofóbico</p> <p><i>presión máxima:</i> 560 mmhg sobre el nivel del mar</p> <p><i>tipo de bomba de vacío:</i> Diafragma sin lubricación</p> <p><i>requerimientos eléctricos:</i> 115V AC, 60 Hz</p> <p><i>Tipo de motor:</i> CA</p>

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Autoclave

Figura 4. Autoclave

(Autor)

Es un equipo que cumple la función de realizar el proceso de esterilización de material quirúrgico, de laboratorio o instrumental médico por el método de vapor húmedo que en términos de termodinámica se conoce como “vapor saturado”, los materiales que se pueden esterilizar en estos equipos vienen dispuestos por el fabricante para evitar algún tipo de falla o daño del equipo (instrumental a 134°C, textiles a 134°C, líquidos a 121°C, plásticos 121°C y ciclo flash 121°C). Este equipo permite tener el control exacto y preciso de las variables de tiempo, presión y temperatura por lo que este asegura un ciclo de esterilización fácil, rápido y eficiente.

sistema operativo: automático (PLC S7-1200)
suministro de agua: automático (motobomba conexión 1/2)
Voltaje: 220-V AC, 3 fases + neutro + tierra
Potencia: 16 Kw
Frecuencia: 60 Hz
Sistema de secado: automático (bomba de vacío)
Presión máxima en cámara: 45 psi
Temperatura máxima en cámara: 135 °c

Basculas

Figura 5. Bascula electrónica

Es un equipo muy común tanto en la vida cotidiana de las personas como indispensable en las instituciones prestadoras de salud, existen muchos tipos de básculas pero en esta sección

bascula mecánica:

Capacidad: 200 kg / 100 lb
funciones: conversión de LB/KG

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

(Autor)

mencionamos dos que son: básculas mecánicas o digitales, las básculas mecánicas basan su funcionamiento mediante la ley de Hooke calculando de esta manera el peso del paciente, mientras que las básculas digitales poseen un sensor o célula receptora de carga dispuesta en un plato en donde se dispone el paciente y luego se muestra esta medida en una pantalla indicadora.

balanza electrónica:

Capacidad: 220 kg / 500 lb

Resolución: 0.1 kg / 0.2 lb

Pantalla LCD

Fuente de alimentación: baterías AA

Conectividad USB

Funciones: Conversión de LB/KG

Bomba de
infusión

**Figura 6. Bomba de
infusión**



(Autor)

Como su nombre lo indica es un dispositivo de infusión que, mediante presión positiva generada por un mecanismo eléctrico, suministra al paciente fluidos vía intravenosa ya sean medicamentos o fármacos en solución. Este equipo se encarga de regular y controlar la cantidad de medicamento que por medio de los sets de infusión van a ingresar al organismo del paciente teniendo un control del tiempo y la cantidad de medicamento administrada según el diagnóstico médico. Consta de una pantalla táctil la cual permite una programación fácil, rápida e intuitiva según los requerimientos del paciente.

Alimentación: 100-240V AC

Entrada DC 12V.,

Batería recargable interna

Precisión: +/- 5%.

Suministro constante

Configuración de alarmas

Rango de Ajuste de Flujo/ Gotas: 0,1

- 1200,0 ml/hr

Flujo (Set de 20d/ml), 0,400 d/mín.

Gotas (Set de 20d)

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Desfibrilador

Figura 7. Desfibrilador*(Autor)*

Es un equipo cuya función principal es suministrar descargas eléctricas al corazón en pacientes que acaban de sufrir un ataque al cardíaco, dicha descarga se realiza por medio de la pared torácica con el fin de estabilizar el ritmo cardíaco al paciente; es un equipo capaz de analizar el ritmo cardíaco e identificar cuándo es recomendable generar una descarga y la intensidad requerida, tiene cuatro modos de operación que son: desfibrilación manual, automática DEA, marcapasos y monitorización capaz de aplicar descargas hasta los 360 J.

Administración de dosis de 1J hasta 360 J.

Fuente de alimentación: entrada AC
Voltaje de línea: AC 100 a 240 V ($\pm 10\%$)

Corriente: 0,8 a 1,8 A

Frecuencia: 50/60Hz

Entrada DC: Convertidor AC-DC

Voltaje de entrada: DC 12 V

Consumo: 90W

Doppler fetal

Figura 8. Doppler fetal*(Autor)*

Es un equipo de monitoreo fetal encargado de detectar la frecuencia cardíaca del feto mediante un transductor de 2 MHz por medio del cual se obtiene información gráfica y numérica del ritmo cardíaco, así como la actividad uterina y movimientos del feto por lo que se permite monitorear el índice de crecimiento.

Pantalla LCD de 45x25mm.

Pantalla para ritmo cardíaco fetal.

Alarmas ajustables. Indicador de intensidad de señal.

Rango: 50 ~ 210 bpm. Resolución: 1 bpm.

Tiempo de grabación: 240s.

Potencia de salida de audio: 0.5W.

Transductor de 2 MHz.

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Electro
cardiógrafo

Figura 9.
Electrocardiógrafo



(Autor)

Es un dispositivo electrónico que tiene como función principal captar las señales eléctricas producidas por el corazón mediante electrodos de succión. El funcionamiento del electrocardiógrafo se basa en la instalación de electrodos en puntos estratégicos alrededor de la región torácica y extremidades para captar y amplificar la actividad eléctrica del corazón. Es un equipo portátil y de fácil manipulación. se compone de seis electrodos de succión y cuatro palas lo que genera un circuito a la hora de tomar el examen

Pantalla LCD
Impresora térmica.
Fuente de alimentación AC / DC.
Batería recargable Li-ion,
Filtrado digital.
Modo de trabajo Auto / Manual.
respuesta en frecuencia: 0.05 Hz - 150 Hz (-3 dB)
sensibilidad: 1 mV +/- 3%
impedancia de entrada: > 50 mΩ
corriente de circuito de entrada: < 0,05 uA
corriente de fuga (paciente): < 10 uA (220 V - 240 V)
corriente auxiliar: < 0,1 uA (DC)

Monitor
de signos
vitales

**Figura 10. Monitor de
signos vitales**



(Autor)

Es un equipo biomédico cuya función es obtener la medición de parámetros fisiológicos del paciente como lo son: presión arterial mediante presión aplicada en la arteria por la insuflación de un brazalete NiBP, oxigenación en la sangre mediante un sensor de SpO2, temperatura mediante un sensor pt100 y pulso cardiaco mediante electrodos de ECG, es un dispositivo común en todos los servicios asistenciales ya que permite conocer los signos vitales del paciente ya que estos se muestran por medio de ondas y alarmas las cuales son interpretadas por el personal médico.

ECG, SpO2, RESP, NIBP, 2-TEMP, PR.
Batería de Litio interna recargable.
Fuente de alimentación externa: AC 100-240V, 50/60HZ
Pmax: 80VA
Batería interna de alimentación:
Batería recargable Litio.
Voltaje: 14.8 V DC.
Capacidad: 5000 mAh

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Tensiómetro

Figura 11. Tensiómetro manual

(Autor)

Es un dispositivo básico y esencial presente en los consultorios médicos, cuya función es medir la presión arterial del paciente, pueden ser de tipo analógicos o digitales. Los tensiómetros analógicos se componen de un manómetro que se encarga de indicar la presión, una perilla que se encarga de suministrar aire al brazalete y un brazalete que es el encargado de ejercer presión en la arteria del paciente, por otro lado, los tensiómetros digitales poseen un sistema neumático simple conformado por una bomba que se encarga de suministrar aire al brazalete y una pantalla lcd la cual refleja el dato suministrado de dicha medición. Es un aparato capaz de medir el momento justo en el que el corazón se llena de sangre y en el en que este se contrae para expulsarla.

los analógicos se componen de:
manómetro
válvula reguladora de presión
perilla
mangueras
brazalete NIBP
manguito

los digitales se componen de:
pantalla led
bomba
mangueras
brazalete NIBP
parlante

Laringoscopio

Figura 12. Laringoscopio

(LIPA)

los laringoscopios son instrumentos médicos destinados para visualizar el área de la laringe y la garganta, este dispositivo permite introducir un tubo en el área endotraqueal y es el único que permite que entren secreciones en las vías aéreas

luz fría,
bombilla LED en el mango,
transmisión de la luz por fibra
óptica.
Al tener la bombilla LED en el
mango, se evita el peligro de
desprendimiento de la bombilla
fuelle de alimentación: baterías 9 V

3.2. Control de inventario de equipos biomédicos

El inventario de equipos biomédicos de la E.S.E. El Hospital San Juan de Dios Pamplona y los centros de salud adscritos reúne la información de todos los equipos biomédicos ubicados en cada uno de los servicios asistenciales. Este se verifica antes de establecer el cronograma de mantenimiento y se debe actualizar cada vez que a la institución ingresen equipos nuevos o se den de baja equipos de los diferentes servicios asistenciales.

El control de inventario del servicio de mantenimiento de equipos y dispositivos médicos es gestionado y administrado por medio del software de gestión mantenimiento (LIPA) que es propio de la empresa y al cual se tiene acceso verificado, desde allí se lleva el control de los equipos que ingresan al inventario y de los que son dados de baja, sin embargo, el desarrollo y la construcción de la base de datos que aquí se menciona, no se realiza con el fin de llevar el control del número de equipos, si no, con el fin de conocer algunas características importantes enfocadas al área de mantenimiento, por lo que el software LIPA se toma como referente para obtener dicha información, cabe mencionar que parte de la identificación de equipos y recolección de información que conforma la base de datos, se lleva a cabo por medio de actividades de chequeo y verificación de inventario de equipos y dispositivos médicos realizadas durante el periodo de la pasantía.

3.2.1. Base de datos en Excel de equipos y dispositivos biomédicos

Se realiza la presente base de datos en el software Microsoft Excel con el objetivo de identificar y clasificar cualitativamente los equipos y dispositivos biomédicos presentes en la E.S.E Hospital San Juan de Dios Pamplona y centros de salud adscritos. La información reunida en esta base de datos implica aspectos de los equipos biomédicos tales como nombre, marca o fabricante, modelo, clasificación por riesgo, fallas comunes, tipos de fallas, posibles causas, tipo de mantenimiento aplicado, ubicación física, fuente de alimentación, garantía y tiempo de vida útil del equipo, esta

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

clasificación se realiza con el fin de conocer características internas de los equipos por lo que se desprecia el número de activos con los que cuenta la institución prestadora de salud y se enfoca en aspectos y criterios de fábrica, modelo, sistema y funcionamiento, ya que estos aspectos corresponden al área de enfoque y profundización del presente documento, por este motivo, los equipos biomédicos de interés en el desarrollo de este proyecto suman un total de 39, en los cuales se agrupan las distintas marcas y modelos, los cuales componen el número real de equipos distribuidos en el hospital, que entre características y funciones comunes suman aproximadamente un poco más de mil (1000) activos entre la planta física de Pamplona y los centros de salud adscritos al hospital, por este motivo y para no extender el documento con información repetida y que no es de interés, se menciona dicha acotación. Debido a su extensión la base de datos podrá ser vista en la sección de anexos, pero algunos aspectos serán extraídos y desglosados en el desarrollo del presente documento.

3.3. Clasificación de los equipos y dispositivos médicos

Para el desarrollo de esta sección se toma como referencia la “base de datos en Excel de equipos y dispositivos biomédicos”

3.3.1. Clasificación según el nivel de riesgo

Tal y como se menciona en el decreto 4725 de 2005 del ministerio de salud y protección social, la clasificación de los dispositivos médicos y equipos biomédicos se realiza mediante cuatro etapas mostrando en ellas el nivel de riesgo que tiene un equipo médico sobre la salud e incluso la vida del paciente, en esta sección se realiza la clasificación y a su vez se diferencian los equipos según el nivel de riesgo y la clase a la que pertenecen respectivamente.

La tabla 5, muestra los equipos biomédicos de bajo riesgo (clase I), presentes en el Hospital San Juan de Dios Pamplona, son todos aquellos dispositivos y equipos que no están destinados para proteger, mantener o prevenir el deterioro de la vida humana, su uso no representa riesgos potenciales de enfermedad o lesión.

Tabla 5. Equipos biomédicos de bajo riesgo*(Autor)*

N.º	Nombre del equipo	Nivel de riesgo	Clase
1	Balanza electrónica	Riesgo bajo	I
2	Balanza mecánica	Riesgo bajo	I
3	Compresor odontológico	Riesgo bajo	I
4	Equipo de órganos	Riesgo bajo	I
5	Fonendoscopio	Riesgo bajo	I
6	Infantometro	Riesgo bajo	I
7	Lampara cuello de cisne	Riesgo bajo	I
8	Mesa de partos	Riesgo bajo	I
9	Microscopio	Riesgo bajo	I
10	Negatoscopio	Riesgo bajo	I
11	Nevera	Riesgo bajo	I
12	Pieza de alta velocidad	Riesgo bajo	I
13	Pieza de baja velocidad	Riesgo bajo	I
14	Tallímetro	Riesgo bajo	I
15	Tensiómetro	Riesgo bajo	I
16	Termohigrómetro	Riesgo bajo	I
17	Termómetro	Riesgo bajo	I

La tabla 6, muestra los equipos biomédicos de riesgo moderado (Clase IIA) presentes en el Hospital san Juan de Dios Pamplona, y son todos aquellos equipos que en su fase de fabricación son sometidos a controles especiales con el fin de demostrar su seguridad y efectividad

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Tabla 6. Equipos biomédicos de riesgo moderado*(Autor)*

N.º	Nombre del equipo	Nivel de riesgo	Clase
1	Aspirador de secreciones	Riesgo moderado	IIA
2	Autoclave	Riesgo moderado	IIA
3	Doppler fetal	Riesgo moderado	IIA
4	Electrocardiógrafo	Riesgo moderado	IIA
5	Glucómetro	Riesgo moderado	IIA
6	Incubadora de muestras biológicas	Riesgo moderado	IIA
7	Lampara de fotocurado	Riesgo moderado	IIA
8	Laringoscopio	Riesgo moderado	IIA
9	Mesa quirúrgica	Riesgo moderado	IIA
10	Monitor de signos vitales	Riesgo moderado	IIA
11	Monitor fetal	Riesgo moderado	IIA
12	Nebulizador	Riesgo moderado	IIA
13	Oxímetro	Riesgo moderado	IIA
14	Unidad odontológica	Riesgo moderado	IIA

La tabla 7, muestra los equipos biomédicos de riesgo alto (Clase IIB) presentes en el Hospital san Juan de Dios Pamplona, son todos aquellos equipos que en su fase de diseño y fabricación son sometidos a controles especiales con el fin de demostrar su seguridad y efectividad

Tabla 7. Equipos biomédicos de riesgo alto*(Autor)*

N.º	Nombre del equipo	Nivel de riesgo	Clase
1	Bomba de infusión	Riesgo alto	IIB
2	Desfibrilador	Riesgo alto	IIB

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

3	Electrobisturí	Riesgo alto	IIB
4	Incubadora neonatal	Riesgo alto	IIB
5	Lámpara de calor radiante	Riesgo alto	IIB
6	Máquina de anestesia	Riesgo alto	IIB
7	Ventilador mecánico	Riesgo alto	IIB

Los equipos de riesgo muy alto (Clase III) que son equipos destinados a proteger o mantener la vida humana, de dichos equipos no se hace referencia por medio de tablas o listas ya que no se tiene contacto directo con ninguno de ellos durante el desarrollo del proyecto, lo que implica que no son relevantes para profundizar en este documento, sin embargo, esto no quiere decir que en el área de la salud no sean importantes y requieren de atención especial, por el contrario, conocer el nivel de riesgo en el que está clasificado un equipo biomédico es un aspecto de mucho cuidado a la hora de establecer y ejecutar las actividades de mantenimiento, un mantenimiento mal elaborado o con un protocolo erróneo y mal ejecutado implica una situación de riesgo para el paciente y no garantiza la calidad de operación y funcionamiento para la cual el equipo fue diseñado, es muy importante conocer y ejecutar efectiva y minuciosamente dichas acciones o tareas para evitar que tanto la salud e integridad del paciente, así como el funcionamiento y tiempo de vida útil del equipo se vean afectados.

3.3.2. Clasificación de los equipos según el tipo de falla

A la hora de identificar y clasificar los equipos y dispositivos médicos se vuelve de vital importancia conocer las posibles fallas que pueden presentar los equipos durante su funcionamiento, esto con el fin de recopilar dicha información y anexar al histórico de falla (en caso de que se tenga registro) de cada uno, la acción de detectar y en su efecto de prevenir las fallas es uno de los objetivos principales y más importantes del departamento de mantenimiento, en la gestión de mantenimiento preventivo, pero como hablamos de equipos y sistemas que tienen un tiempo de vida útil preestablecido implica que los equipos pueden presentar averías y posibles

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

daños por aspectos que en algunos casos se salen del control del servicio técnico o son defectos de fábrica. En la tabla 8, se realiza la clasificación de los equipos biomédicos con las posibles fallas que se presentan en las tareas de mantenimiento.

Tabla 8. Tipo de fallas de los equipos biomédicos

(Autor)

N.º	Nombre del equipo	Tipo de falla		
		Sistemática	Progresiva	Aleatoria
1	Aspirador de secreciones	X	X	X
2	Autoclave	X	X	
3	Balanza electrónica			X
4	Balanza mecánica		X	X
5	Bomba de infusión	X	X	X
6	Compresor odontológico		X	
7	Desfibrilador			X
8	Doppler		X	X
9	Electrobisturí	X	X	
10	Electrocardiógrafo	X	X	X
11	Equipo de órganos	X	X	
12	Fonendoscopio		X	X
13	Glucómetro	X	X	
14	Incubadora muestras biológicas			X
15	Incubadora neonatal		X	
16	Infantometro			X
17	Lampara calor radiante		X	X
18	Lampara cuello de cisne	X		X
19	Lampara de foto curado	X		X

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

20	Laringoscopio	X	X	
21	Máquina de anestesia		X	X
22	Mesa de partos			X
23	Mesa quirúrgica			X
24	Microscopio	X		
25	Monitor signos vitales	X	X	X
26	Monitor fetal	X		
27	Nebulizador			X
28	Negatoscopio		X	X
29	Nevera		X	
30	Oxímetro	X	X	X
31	Pieza de alta velocidad		X	
32	Pieza de baja velocidad		X	
33	Tallímetro			X
34	Tensiómetro	X	X	
35	Termohigrómetro		X	
36	Termómetro		X	
37	Unidad odontológica		X	X
38	Ventilador mecánico	X	X	X

3.4. Síntesis

Se realizó la caracterización de los 10 principales equipos biomédicos del Hospital san juan de Dios Pamplona, se mencionan aspectos importantes acerca del inventario de equipos, también se realizó una base de datos en el software Microsoft Excel, se realiza la clasificación de equipos según el nivel de riesgo y el tipo de falla.

CAPITULO IV

4. Estudio de los protocolos de mantenimiento en equipos biomédicos

4.1. Empresa desarrollo de la pasantía y software de gestión de mantenimiento LIPA

4.1.1. Empresa VHM ingeniería S.A.S

VHM Ingeniería S.A.S. es una compañía dedicada a la prestación de servicios profesionales en área Industrial, Biomédica, Informática y Tecnologías de innovación, ofreciendo una amplia gama de productos y servicios dedicados al mejoramiento de la productividad y la calidad de los procesos de cada mercado. (tomado de vhmingeneria.com)

La empresa VHM INGENIERIA establece un convenio con la E.S.E (Empresa Social del Estado) Hospital San Juan de Dios Pamplona y centros de salud adscritos, cuyo objetivo primordial es llevar a cabo un programa eficaz de mantenimiento de equipos y dispositivos médicos que abarque planificación, gestión y ejecución.

En la planificación de las actividades de mantenimiento, se debe tomar en cuenta los recursos financieros, materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente estas. Una vez definido el programa, se examinan y gestionan continuamente los aspectos operativos para garantizar que el programa se mantiene sin interrupciones y se realicen las mejoras necesarias. En última instancia, la ejecución apropiada del programa es esencial para garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos.

4.1.2. Software de gestión de mantenimiento LIPA

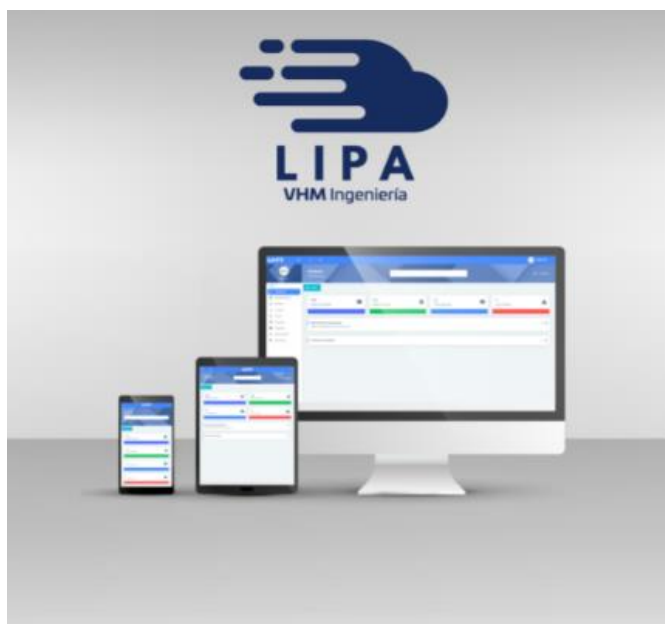
LIPA es un software que permite organizar la información de los equipos y dispositivos médicos mediante un inventario con todos los datos relacionados a cada uno de ellos, permite

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

llevar un control y seguimiento a los procesos realizados sobre los mismos lo que facilita el acceso al historial de recursos de cada uno, dicha información puede ser visualizada por medio de códigos QR y leídos desde la aplicación, cada cuenta de usuario puede ser personalizada lo que garantiza la seguridad de la información la cual se encuentra protegida mediante validaciones de acceso.

Figura 13. Software LIPA

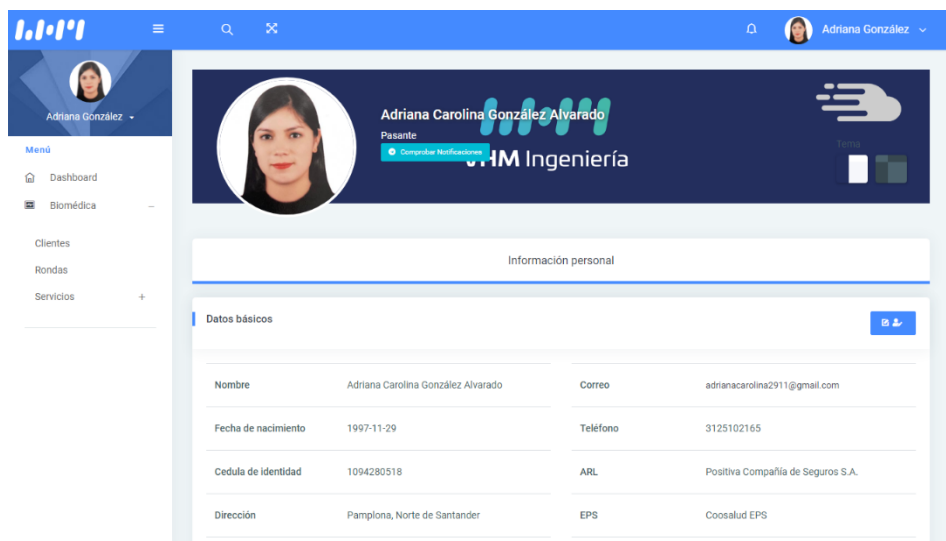
(tomado de vhm ingeniería)



LIPA presenta una plataforma continuamente actualizada con un diseño intuitivo, multiplataforma, con cifrado de la información y lector de código QR, permite realizar un gran número de funciones desde acceso a cuentas de usuario, gestión de clientes, inventario de equipos, hoja de vida de equipos biomédicos, cronograma anual de mantenimiento, ejecución de mantenimientos, reportes, servicios correctivos y seguridad de la información.

Figura 14. Perfil de usuario en el software LIPA

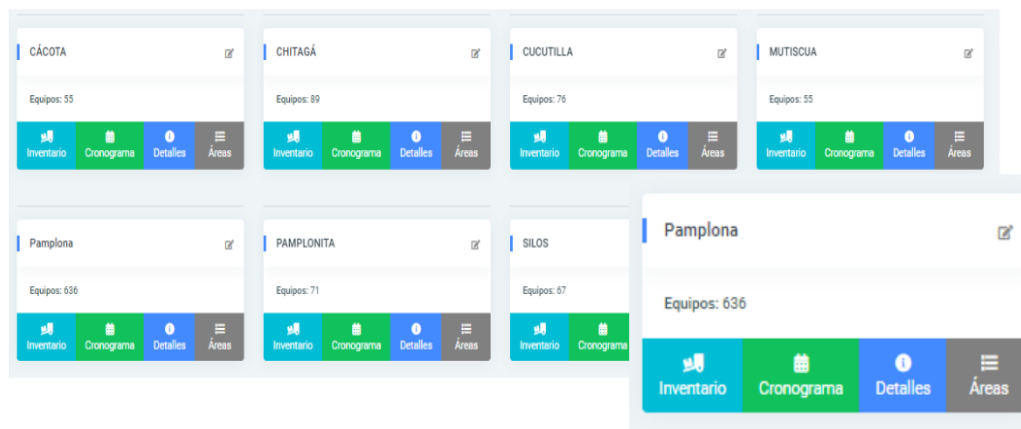
(Autor)



En el desarrollo de la pasantía, LIPA establece el rol de usuario como pasante como se puede observar en la figura 14, donde se agrupa la información personal básica como nombre, fecha de nacimiento, documento de identidad, dirección, correo electrónico, ARL y EPS. Así mismo la aplicación permite el acceso a toda la información de los equipos que se encuentran presentes en la E.S.E Hospital san Juan de Dios Pamplona y los centros de salud adscritos.

Figura 15. Esquema organizacional del HSJDP gestionados desde lipa

(Autor)



EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

En la figura 15, se muestra el esquema con una serie de pestañas con información actualizada y organizada respecto a los equipos médicos del Hospital y los centros de salud de los municipios adscritos (como lo son: Cacota, Chitagá, Cucutilla, Mutiscua, Pamplona, Pamplonita y Silos), como se logra apreciar, muestra el número de equipos, el inventario de los mismos con sus respectivas características, el cronograma de mantenimiento, los detalles de cada centro asistencial y las áreas a las cuales pertenece cada equipo.

Dando un breve recorrido en esta sección y al seleccionar la pestaña de “inventario” se tiene acceso a todos los equipos que están registrados en el sistema como se muestra en la figura 16, encontrando la imagen de referencia de cada equipo, su respectivo nombre, la marca, modelo, serie/lote y el área donde está ubicado. Al seleccionar sobre un equipo, LIPA nos muestra toda la información técnica del mismo, como la hoja de vida, reportes de mantenimiento correctivo (si los tiene) e histórico de mantenimiento preventivo realizado sobre cada uno.

Figura 16. Inventario de los equipos biomédicos desde LIPA

(Autor)



Equipo	Marca	Modelo	Serial	Área	Detalles
Aspirador de Secreciones EE	Carburon Metálicos	Genérico	737	Cirugía - Quirófano	  
Aspirador de Secreciones EE	THOMAS	1240	07160003031	Cirugía - Quirófano	  
Balanza Mecánica	ADE	Genérico	No Registra	Consulta Externa - Admisión Consulta	  
Aspirador de Secreciones	THOMAS	1130-057A	No Registra	Ginecoobstetricia - Estación Enfermería	  
Aspirador de Secreciones	THOMAS	1130-057A	No Registra	Ginecoobstetricia - Sala Incubadoras	  
Balanza Mecánica	CMS WEIGHING	MP 25	No Registra	Consulta Externa - Consultorio 18	  
Aspirador de Secreciones	THOMAS	16300L	1211000011630	Hospitalización - Estación Enfermería	  
Aspirador de Secreciones	THOMAS	16300L	21500009661	Hospitalización - Estación Enfermería	  
Aspirador de Secreciones	THOMAS	16300L	121200001246	Hospitalización - Estación Enfermería	  
Autoclave EE	STERILINIC	STE 150LM	031120154P-150LM-0001	Esternización - Esterilización	  
Descripción	Marca	Modelo	Serial	Área	Detalles

Mostrando 11 al 20 de 636 registros

Anterior 1 2 3 4 5 64 Siguiente

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Del mismo modo se tiene acceso al cronograma de mantenimiento asignado a cada servicio asistencial y centros de salud adscritos y desde allí se regula y se registra cuando se ejecutan los mantenimientos preventivos en el tiempo adecuado a los servicios y municipios correspondientes. En la opción “detalles” la aplicación muestra información referente a la ubicación física en las cuales están distribuidos los equipos y por último en la sección “áreas” se tiene el listado de todos los servicios asistenciales. De este modo desde LIPA se mantiene un registro y control de toda la información referente a la gestión de mantenimiento que se ejecuta en el Hospital San Juan de Dios de Pamplona.

4.2. Protocolos de mantenimiento preventivo

En el estudio y documentación de mantenimiento en las diferentes ramas de la ingeniería, se logra evidenciar que las literaturas presentan información muy amplia respecto al mantenimiento preventivo ya que el objetivo de este es anticiparse a las posibles fallas de un equipo o dispositivo. El mantenimiento preventivo planificado se realiza con el fin de prolongar el tiempo de vida útil de los equipos y garantizar el funcionamiento de los mismos, prevenir el mayor número de fallas posibles, reducir el cambio de equipos que aún se encuentran dentro del tiempo de vida útil, reducir la cantidad de repuestos a utilizar en cada actividad de mantenimiento programada, garantizar el buen estado de los equipos y su correcta operación, entre otros aspectos importantes a tener en cuenta.

4.2.1. Lista de tareas propuestas para mantenimiento preventivo

Las rutinas de mantenimiento preventivo implementadas y gestionadas por el departamento de mantenimiento del Hospital San Juan de Dios corresponden a las tareas que generalmente se recomienda realizar para cada equipo con el fin de prolongar y mantener en correcto funcionamiento los mismos. Cada una de las rutinas está totalmente descrita y cubre integralmente cada uno de los componentes o subsistemas que conforman los dispositivos, comprenden verificación de tipo cuantitativo y cualitativo para asegurar su correcta funcionalidad, la

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

aplicabilidad de las mismas se determina por las características específicas de cada equipo. Para los equipos biomédicos se incluye verificación de seguridad eléctrica que permita identificar el estado real de los dispositivos y de sus accesorios. (Manual Mantenimiento Preventivo planificado, 1999)

Entre las rutinas básicas de mantenimiento se destacan las siguientes actividades:

- Limpieza integral del equipo.
- inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, etc.)
- inspección de funcionamiento del equipo.
- Verificación de indicadores de alarmas asociadas.
- Verificación de temperaturas
- Inspección del estado físico.
- Inspección de sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos y neumáticos.
- Inspección de estado de motores, bombillos, y elementos específicos.
- Inspección de desgaste y daño.
- Reemplazo de piezas de ser necesario.

A continuación, se mencionan brevemente algunos aspectos y criterios a ser tenidos en cuenta en la realización de cada tarea, tomando como referencia especificaciones técnicas tanto del equipo como las dispuestas por el fabricante, también las recomendaciones válidas dentro del desarrollo de la actividad.

Limpieza integral del equipo.

Eliminar cualquier tipo de suciedad, desecho, polvo, óxido, corrosión, etc, de las partes externas del equipo aplicando métodos y materiales de limpieza según sea el caso, para la limpieza de superficies externas se pueden aplicar productos como lija, líquidos especiales para equipos, en casos donde se requiera limpiar equipos potencialmente infecciosos se puede optar por alcoholes, desinfectantes, bactericidas y viricidas

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, etc.)

Identificar las condiciones del ambiente en las que se encuentra el equipo ya sea el servicio asistencial donde está ubicado o si aún no ha sido distribuido y se encuentra guardado en el departamento de almacenamiento, los aspectos a tener en cuenta pueden ser: voltaje de la red eléctrica (para equipos electrónicos), exposición a vibraciones mecánicas (para equipos electrónicos y mecánicos), presencia de polvo, humedad, exposición a temperatura, entre otros, en caso de que se presente novedad en estos aspectos es importante dejar la observación en el formato de mantenimiento.

Humedad: verificar que la humedad a la que está expuesto el equipo no sea mayor a la que sugiere el fabricante, esta información se puede corroborar en los manuales de operación o se puede determinar por los efectos que esta causa por ejemplo oxidación o corrosión en algunos materiales, levantamiento de pintura en paredes o en la carcasa del equipo.

Polvo: verificar que el entorno donde está ubicado el equipo esté libre del exceso de polvo visualizando los alrededores del equipo, el equipo mismo y en las zonas cercanas, el polvo en los equipos tanto eléctricos, electrónicos o mecánicos es un factor que puede incidir negativamente en su funcionamiento y en la duración de la vida útil del mismo.

Vibraciones mecánicas: verificar que el equipo cuente con su certificado de calibración vigente (si aplica) debido a que las vibraciones mecánicas en los equipos se deben a que no cuentan con su respectiva calibración, es un efecto comúnmente visto en equipos que requieran mayor precisión en determinados procedimientos.

Instalación eléctrica: verificar que el equipo cuente con conexiones eléctricas seguras y confiables tanto para el personal que opera el equipo, pacientes o público en general, verificar además que la red eléctrica a la que está conectado el equipo tenga una

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

instalación adecuada, que cuente con todos los protocolos de seguridad e información visual (en caso de riesgo eléctrico) y que esté protegida con medios de desconexión apropiados, también corroborar que la instalación mecánica de los equipos (si aplica) sea la adecuada para evitar cortocircuitos o falsos contactos por movimientos mecánicos normales.

Inspección del funcionamiento del equipo

Verificar el estado de funcionamiento del equipo en todos los modos de operación con los que este cuente para detectar las posibles fallas e irregularidades, verificar que el equipo cuente con la configuración adecuada según la acción o finalidad que se desee realizar e inspeccionar en la sección de “mantenimiento” presente en el menú de opciones (si aplica) si el equipo cuenta con la configuración adecuada y/o deseada para dicho procedimiento, realizar pruebas de funcionamiento con los accesorios del equipo (en caso de que los posea) y reemplazar en caso de ser necesario.

Verificación de indicadores de alarmas asociadas.

Las alarmas incorporadas en los equipos médicos están dispuestas para brindar seguridad en la atención del paciente por lo cual es importante inspeccionar el estado de las alarmas de los equipos que la posean, verificar que cada alarma esté arrojando el indicador visual o auditivo adecuado y que la información reflejada sea congruente.

Verificación de temperaturas

Verificar que el equipo no esté expuesto directamente a la luz solar (a menos que sea un equipo dispuesto para este ambiente) o que las temperaturas del entorno superan las dispuestas por el fabricante ya que estos factores pueden afectar el funcionamiento del equipo o en el peor de los casos dañarlo. en equipos de refrigeración es importante que el entorno físico cuente con circulación de aire el cual permita disipar el calor proveniente del condensador

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Inspección del estado físico.

Verificar el estado físico del equipo mediante la inspección detallada del mismo, así como las partes o accesorios que le pertenecen, en esta actividad no se hace necesario destapar el equipo y tampoco separar sus partes, solo se hace el chequeo de componentes que se encuentren a la vista como carcasa, cable de poder, brazaletes, sensores, cables de electrodos, bombillos, entre otros, con el fin de detectar signos de corrosión, óxido, moho, roturas, impactos físicos, sobrecalentamiento en alguna de sus partes, fugas, partes faltantes, o cualquier señal que determine que se requiere el cambio o reparación de las partes afectadas.

Inspección de sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos y neumáticos.

Examinar y reconocer atentamente los sistemas internos de cada equipo para detectar signos de corrosión o elementos sulfatados, impactos por vibración mecánica, piezas sin lubricar, desgaste, roturas, fugas, cortocircuitos, elementos faltantes, cables sueltos, mangueras rotas o en mal estado, con el fin de identificar si se requiere algún cambio o reparación por mantenimiento preventivo o correctivo. para llevar a cabo la verificación de lo que se menciona anteriormente se hace necesario la puesta en marcha del equipo o de la parte para comprobar el funcionamiento.

Inspección de estado de motores, bombillos, y elementos específicos.

En la tarea de verificación y reconocimiento de los sistemas internos se debe verificar el estado de los motores, bombas, electroválvulas, con el fin de identificar desgaste en la potencia, en la operación y rendimiento de estos sistemas y proceder a la reparación, identificar el estado de los bombillos, conectores, interruptores, botones y las condiciones eléctricas y de cableado, probar continuidad y medir voltajes con el multímetro.

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Inspección de desgaste y daño.

Verificar el estado de los componentes tanto externos como internos de los equipos e identificar el tiempo de vida útil de cada uno, identificar cada cuanto se debe realizar el cambio de dicho elemento y la causa que provoca efectos como daño o desgaste.

Reemplazo de piezas de ser necesario

Existe una gran cantidad de equipos que cuentan con cierto tipo de partes o elementos que son diseñadas con el fin de proteger otras partes del sistema, por ejemplo, los empaques, dispositivos protectores, fusibles, breakers, etc., el reemplazo de estas piezas es un requerimiento esencial y debe realizarse en la inspección y ejecución del mantenimiento preventivo

4.3. Protocolos de mantenimiento correctivo

En el estudio y documentación acerca del mantenimiento correctivo un aspecto que tiende a presentarse a la hora de recopilar información tanto en libros, revistas, artículos científicos y páginas webs es que esta es muy escasa a comparación de los estudios enfocados hacia el mantenimiento preventivo. Existen manuales y guías unificadas y estandarizadas sobre los protocolos o actividades que se pueden realizar a un equipo con el fin de evitar y prevenir fallas (mantenimiento preventivo planificado) mientras la información referente a protocolos o acciones a ejecutar cuando en un equipo o dispositivo ocurre una falla o evento no previsto, es casi nula y no se presenta de forma estandarizada.

Para resolver problemas de mantenimiento correctivo cuando no se cuenta con un protocolo preestablecido o con una lista de tareas específica que describa cómo resolver la falla, se debe abordar el asunto teniendo en cuenta algunos aspectos fundamentales

Conocer el motivo de la falla: Establecer contacto directo con la persona encargada del área para conocer los detalles de la falla que presenta el equipo por medio de preguntas

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

básicas y de rutina, conocer si es un problema físico, de sistema o de funcionamiento con el fin de tomar un punto de partida ante una posible solución.

Detectar fallas: Realizar una inspección completa del equipo, verificar las condiciones físicas tanto del equipo como de los accesorios (si aplica) y de sistema, comprobar el funcionamiento en todos los modos de operación, inspeccionar la configuración preestablecida.

Garantía: cuando se trata de equipos nuevos o que han sido adquiridos recientemente (menos de un año), estos cuentan con periodo de garantía, en el cual, en caso de que el equipo presente alguna falla proveniente de fábrica o de sistema, el proveedor será el encargado de atender dicho reporte, por lo que se hace importante verificar la documentación del equipo para determinar si se encuentra en garantía y si el reporte aplica para la respectiva solución.

Pruebas: Una vez es identificado el problema, verificar los manuales de operación y de usuario, si es una falla de sistema, identificar si esta aparece en el manual y proceder a la solución, si es una falla que requiera un repuesto o insumo, comprobar el stock de herramienta y de ser posible realizar el cambio.

Recursos físicos: Identificar los recursos físicos que se requieren para solucionar el problema (repuestos, piezas, insumos) en caso de que se requieran repuestos que no estén en el stock de la empresa es importante reportar el caso al director del área de mantenimiento, en ocasiones los repuestos suelen ser demasiado costosos y otras veces no se encuentran en el mercado de manera oportuna. por lo que los superiores deben establecer qué tan viable es para la empresa reparar el equipo por temas de costos o disponibilidad de recursos.

Si el director de mantenimiento aprueba la reparación, se debe reportar al responsable del área donde está ubicado físicamente equipo un plazo máximo de tiempo

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

en que éste será entregado y funcional, si este reporte es aprobado, se procede a la reparación, en el caso contrario los superiores deberán llegar a un común acuerdo

Equipos de respaldo: identificar si el servicio asistencial donde está ubicado el equipo que presenta la falla, cuenta con equipos de respaldo que pueda dar apoyo mientras se realiza la reparación, en caso contrario, informar al director de mantenimiento para tomar las medidas correspondientes.

La desventaja de no contar con un protocolo de mantenimiento correctivo se debe a que no se tiene una certeza específica de la falla del equipo, ni del momento en que va a fallar, por lo que es difícil o en ocasiones imposible predecir cuándo va a ocurrir cierta eventualidad, es por este motivo que toma importancia mantener un histórico de fallas al día, porque con esta información la falla puede ser detectada y estar en el área de enfoque cuando se realiza una rutina de mantenimiento preventivo planificado evitando fallas graves que produzcan la inactividad del equipo y altos costos de reparación por mantenimiento correctivo porque como es de saber, el costo del mantenimiento correctivo siempre resulta mayor que en rutinas de mantenimiento preventivo.

4.4. Síntesis

Este capítulo contiene información referente a la empresa VHM ingeniería y del software de gestión de mantenimiento LIPA, se nombra de forma general los principales protocolos de mantenimiento preventivo, se hace una breve descripción de los mismos y se generalizan los protocolos de mantenimiento correctivo.

CAPITULO V

5. Ejecución de mantenimiento en equipos y dispositivos médicos

5.1. Funciones y responsabilidades del área de mantenimiento

Entre las principales funciones del servicio de mantenimiento se encuentran las siguientes:

5.1.1. Actualización de las hojas de vida de los equipos

Un equipo y dispositivo biomédico es un activo clave en el sistema de salud moderno e imprescindible en las instituciones prestadoras de este servicio, es un activo que está destinado para el diagnóstico o tratamiento de enfermedades humanas y su principal característica es brindar calidad y seguridad al paciente durante su funcionamiento, por este motivo, estos dispositivos deben estar vigilados desde su diseño y fabricación hasta la venta y distribución, cuya tarea es realizada por instituciones gubernamentales dispuestas para dichos seguimientos, aparte estas entidades se encargan también de vigilar los equipos mientras estén en uso para verificar las buenas prácticas del personal hacia el mismo y hacia el paciente. una vez el equipo ingresa al hospital, es llevado al departamento de almacenamiento donde será guardado para posteriormente ser distribuido, realizada la gestión pertinente con los administrativos de la institución, el equipo es distribuido y pasa a formar parte del inventario del hospital y a su vez son cargados a la plataforma de gestión de mantenimiento LIPA, este se ubica y se instala dentro del servicio asistencial donde prestará su servicio y a partir de este momento se registra su información en la hoja de vida del equipo, que en pocas palabras vendría siendo el documento de identidad del equipo ya que allí estará consignada toda la información que lo identifica.

El formato de la hoja de vida de equipos biomédicos manejado por el hospital y el servicio de gestión de mantenimiento se compone con la siguiente información y puede ser observado en la sección de anexos:

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Nombre del equipo y ubicación: aquí se nombra el área donde está ubicado (ejemplo: Urgencias - Reanimación) y la dirección de la institución prestadora de salud

Registro histórico: contiene información sobre la compra. Número de identificación dentro del hospital, fecha de instalación, datos del equipo como marca, modelo, serie, registro Invima, fabricante, ciudad y teléfonos

Registro de apoyo técnico: contiene información referente a manuales, usos, clasificación biomédica, clase de riesgo y clase de tecnología

Componentes y accesorios: nombra los accesorios que componen al equipo, así como su marca, modelo, serie.

Registro técnico: menciona las especificaciones técnicas del equipo

Descripción del equipo: menciona una descripción breve del funcionamiento del equipo

Mantenimiento: menciona la periodicidad del mantenimiento, requerimiento de calibración y la periodicidad de esta.

Tanto equipos que ingresan recientemente como equipos que han estado en operación por algún tiempo, o mejor dicho, todos los equipos que formen parte del inventario del hospital deben contar con este registro, por este motivo se realizan rondas de seguridad donde se revisa que esta información se encuentre actualizada. Allí se lleva el registro de información en carpetas y cada una debe contener información de hoja de vida, formatos de gestión de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, certificados de calibración y demás información que se considere necesaria.

Durante el tiempo de desarrollo de la pasantía se logra identificar que la mayoría de servicios asistenciales y centros de salud tiene formatos de hoja de vida desactualizados y en

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

algunos equipos dicho formato no existía, por este motivo se procede a descargar la información desde LIPA teniendo como referencia el historial del equipo allí registrado y actualizando tanto formatos de hoja de vida como formatos de mantenimiento preventivo hasta la fecha del mantenimiento más reciente. Esta actividad se realiza en todos los servicios asistenciales pero debido a que la información de equipos es amplia y extensa por la cantidad de equipos registrada, se ejecuta en los periodos de tiempo acordes con el cronograma de mantenimiento preventivo para que se pudiera realizar de forma organizada y eficaz.

5.1.2. Entrega y distribución de equipos nuevos

Al tratarse de una empresa del estado, el hospital san juan de dios de pamplona depende del presupuesto nacional destinado por el ministerio de salud y protección social para cubrir los requerimientos de salud de la población, así como, para adquirir y dotar en tecnología referente a equipos y dispositivos biomédicos.

Los equipos que llegan al hospital (sin tomar importancia del modo de adquisición) deben ser distribuidos a los servicios asistenciales de forma estratégica, el equipo de mantenimiento en este caso se encarga de la entrega e instalación de los mismos, este registro se pacta mediante un acta de entrega la cual podrá ser observada en anexos, en donde se menciona la fecha de entrega así como el servicio donde es ubicado, se describe el nombre del equipo, marca, modelo, serial y cantidad y se deja constancia con las personas encargadas del servicio mediante la firma del acta

En esta oportunidad se realizan las respectivas capacitaciones al personal médico acerca de los aspectos importantes del equipo, modo de uso, se realizan recomendaciones respecto al cuidado y se atienden inquietudes, con el fin de garantizar que es equipo sea bien manipulado una vez entre en funcionamiento.

5.1.3. Inspección diaria por los servicios asistenciales del HSJD Pamplona

La planta física del hospital se distribuye por áreas o servicios asistenciales conformando un total de 14 sin mencionar los centros de salud de los municipios, de estos servicios algunos tuvieron que ser trasladados a plantas físicas propias del municipio de Pamplona por motivo del Covid-19 lo que deja un total de 9 servicios asistenciales operando dentro del hospital.

Una de las actividades que se establece dentro del convenio entre la empresa contratista y el hospital es la de realizar una ronda de inspección diaria por los servicios asistenciales, con el fin de detectar e identificar posibles novedades en el funcionamiento de los equipos, cada mañana entre las 8:00 - 9:30 se procede a visitar cada uno de los servicios contactando al jefe del área o en algunas ocasiones enfermeras auxiliares con el fin de tomar algún reporte o eventualidad presentado durante el turno de la noche.

Estas novedades son registradas en el formato de rutina de verificación diaria que podrá ser observado en la sección de anexos, allí se registra el nombre del servicio, fecha, nombre del equipo, marca/serie, causa de reporte o daño y se deja constancia con la firma del responsable del área. Las fallas allí reportadas la mayoría de las veces se repararon durante la ronda o en periodos de tiempo cortos debido a que no eran fallas complejas.

Y las que no podían solucionarse de inmediato se programaba para dar solución lo más pronto posible.

5.1.4. Atender reportes de mantenimiento de equipos

El día a día se compone de una serie de tareas y responsabilidades que el área de mantenimiento debe cumplir, entre ellas atender los reportes de mantenimiento correctivos de los equipos biomédicos, como se sabe, el área de la salud nunca se detiene y por ende estos equipos tampoco y deben estar en su máxima capacidad para brindar servicio de calidad siempre y sin excepción, pero es normal que todo equipo que esté en uso constante y por largos periodos de tiempo presenten fallas en algún momento de su funcionamiento, este tipo de fallas suelen ser de sistema o configuración la mayoría de las veces y por lo general se le puede dar un servicio técnico

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

inmediato y efectivo, por lo que, el equipo puede volver a estar en funcionamiento sin problema alguno, cuando ocurren estos eventos no previstos y se atiende la solicitud, se deja registro del reporte en un formato de actividad de mantenimiento que podrá ser observado en la sección de anexos, en este formato se consigna la siguiente información: fecha de la actividad, nombre del equipo, marca, modelo, serie, placa de inventario, ubicación y área, también el tipo de mantenimiento realizado ya sea, correctivo, instalación, desmontaje u otro, descripción del trabajo realizado, repuestos o insumos utilizados y la cantidad, observaciones generales y la firma de los encargados.

5.1.5. Ejecución del cronograma anual de mantenimiento preventivo

Al verificar el inventario de los equipos médicos presentes en la E.S.E Hospital san Juan de Dios Pamplona el servicio de mantenimiento procede a establecer en los primeros días del año el cronograma de mantenimiento preventivo correspondiente al año 2021 para los servicios asistenciales y equipos biomédicos, según la información suministrada por el encargado del área de mantenimiento, este cronograma se establece teniendo en cuenta las características de cada equipo y siguiendo las recomendaciones del fabricante respecto a la frecuencia en que se debe ejecutar cada actividad de mantenimiento preventivo y los cuidados necesarios para cada equipo. Este cronograma se puede observar en la sección de anexos y está conformado por los 16 servicios asistenciales que están en la planta física de pamplona y los 6 centros de salud de los municipios adscritos, estos 22 servicios se distribuyen en 3 grupos conformados por 7 servicios, a cada grupo se le asigna un mes para ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo, donde estos se repiten periódicamente cubriendo todos los meses del año, de este modo, a cada servicio le corresponde un mantenimiento preventivo trimestral.

5.2. E.S.E. Hospital San Juan de Dios Pamplona y Centros de salud adscritos

Se conoce a la E.S.E. Hospital san juan de Dios de Pamplona como una institución que presta servicios de salud de mediana complejidad, contando con atención de especialidades básicas

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

las 24 horas del día. Está conformado por las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS) de los municipios de Cúcota, Cucutilla, Chitagá, Mutiscua, Pamplona, Pamplonita, Silos, a los cuales cubre y asiste el programa de gestión de mantenimiento en los equipos biomédicos. Tanto en la planta física del Hospital de Pamplona como en planta física de las IPS de municipios, se dispone de áreas estratégicas para el desarrollo de especialidad, en donde los equipos se encuentran distribuidos y ubicados físicamente, entre las cuales se encuentran las siguientes: Aislamiento y triage respiratorio (espacio habilitado a raíz de la pandemia por Covid-19 en el hospital de Pamplona), Cirugía general, consulta externa - especialistas, esterilización, farmacia, ginecopediatría, laboratorio clínico, medicina interna - hospitalización, odontología, urgencias, vacunación, entre otros (a los cuales no se tuvo acceso directo durante el desarrollo de la pasantía), se cuenta con una red de ambulancias dotadas con equipos de primeros auxilios y cuidados de primera atención.

Tabla 9. Ubicación física de los equipos biomédicos
(Autor)

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

N.º	Nombre del equipo	Ubicación física											
		Aislamiento	Ambulancias	Cirugía	Consulta externa	Esterilización	Farmacología	Ginecología	Laboratorio	Medicina interna	Odontología	Urgencias	Vacunación
1	Aspirador de secreciones	X	X	X				X				X	
2	Autoclave					X					X		
3	Balanza electrónica			X	X			X				X	
4	Balanza mecánica	X		X	X			X		X		X	
5	Bomba de infusión	X	X	X				X		X		X	
6	Compresor odontológico										X		
7	Desfibrilador			X				X		X		X	
8	Doppler			X	X			X				X	
9	Electrobisturí			X									
10	Electrocardiógrafo			X	X			X		X		X	
11	Equipo de órganos	X	X	X	X			X		X		X	
12	Fonendoscopio	X	X	X	X			X		X		X	X

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

13	Glucómetro	X	X	X		X	X	X	
14	Incubadora muestras biológicas				X				
15	Incubadora neonatal			X		X			
16	Infantometro			X	X	X		X	
17	Lampara calor radiante			X		X			
18	Lampara Cielítica			X					
19	Lampara cuello de cisne	X		X	X	X	X	X	
20	Lampara de foto curado						X		
21	Laringoscopio	X	X	X		X	X	X	
22	Máquina de anestesia			X					
23	Mesa de partos			X					
24	Mesa quirúrgica			X					
25	Microscopio					X			
26	Monitor signos vitales	X	X	X	X	X	X	X	X

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

27	Monitor fetal					X				X	
28	Nebulizador		X			X		X		X	
29	Negatoscopio			X		X					
30	Nevera		X			X				X	X
31	Oxímetro	X	X	X	X	X		X		X	
32	Pieza de alta velocidad									X	
33	Pieza de baja velocidad									X	
34	Tallímetro				X	X		X		X	
35	Tensiómetro	X	X	X	X	X		X		X	X
36	Termohigrómetro			X		X	X	X		X	X
37	Termómetro	X	X	X	X	X		X		X	X
38	Unidad odontológica									X	
39	Ventilador mecánico	X		X				X		X	

Nota. Como se puede observar en la tabla 9 se realiza la clasificación de los equipos biomédicos según los servicios asistenciales en donde se encuentran ubicados físicamente.

5.3. Realizar mantenimiento preventivo en equipos biomédicos

Las actividades de mantenimiento preventivo en la E.S.E Hospital san Juan de Dios se llevan a cabo en los servicios asistenciales del hospital y los centros de salud adscritos de los municipios siguiendo el cronograma establecido para esta actividad.

Esta función es de las más importantes del servicio de mantenimiento ya que consiste en revisar cada cierto periodo de tiempo el estado y funcionamiento de los equipos con el fin de detectar, prevenir o minimizar las fallas en los mismos, la gestión de mantenimiento se lleva a cabo por medio del software LIPA, donde a cada equipo le corresponde una lista de tareas específica desde inspección y limpieza hasta cambio de partes o componentes, esto con el fin de prolongar el tiempo de vida útil del equipo y de evitar que presente fallos imprevistos mientras está en funcionamiento.

Una vez se realiza la gestión a la par que se realizan las actividades de la rutina que serán mencionadas a continuación, el jefe del servicio debe dar constancia del trabajo realizado mediante una firma virtual por el aplicativo, realizado el trabajo, se procede a descargar la información, esta será consignada en el formato de mantenimiento preventivo que podrá ser observado en la sección de anexos, este formato se compone por nombre del equipo e información como marca, modelo, serie, placa de inventario, centro de salud/IPS, área, ubicación, código, también contiene información sobre las actividades de mantenimiento y si la actividad fue realizada o no, un recuadro para apuntar las observaciones, fecha de realización y las firmas donde se deja constancia del trabajo realizado, posteriormente dicho formato será agregado a la carpeta de hoja de vida e información de los equipos biomédicos.

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

5.3.1. Descripción de los protocolos de mantenimiento preventivo a equipos biomédicos.


A continuación, se muestra mediante una serie de fichas la información referente a las actividades y rutinas de mantenimiento preventivo a los equipos biomédicos del Hospital sugeridas desde el software LIPA, allí se podrá evidenciar una imagen de referencia de cada dispositivo, el nombre y la lista de tareas.



Aspirador de secreciones

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Limpieza integral del equipo.
- Inspección física del equipo (cable de red, interruptor, regulador de vacío, frasco de secreciones, filtro bacteriológico, mangueras, acoples, etc.)
- Inspección del sistema eléctrico Inspección del sistema mecánico Inspección del vacuómetro y rango de vacío
- Efectuar ajuste de tuercas y tornillos, si es necesario
- Verificar el funcionamiento del equipo

Figura 17. rutina MP aspirador de secreciones (autor)




Autoclave

- Inspección de condiciones del entorno
- Inspección física del equipo (Cobertura inoxidable, cable de red, interruptores, botones, indicadores, etc.)
- Inspección del sistema eléctrico y sus accesorios
- Inspección mecánica de la puerta
- Comprobar y ajustar el nivel del tanque de alimentación de agua.
- Limpieza interna de la cámara de esterilización
- Limpieza integral externa e interna del equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación comprobando todos los parámetros involucrados
- Inspección del funcionamiento de las alarmas

Figura 18. rutina MP autoclave (autor)

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Balanza mecánica

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Limpieza integral externa del equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección del sistema mecánico
- Verificar ajuste de cero de la balanza, ajustar si es necesario
- Inspección física del equipo
- Verificar que la balanza cuente con todos sus componentes, plataforma, tallímetro, pesas
- Limpieza integral interna del equipo
- Lubricar el sistema mecánico


Figura 19. Rutina MP balanza mecánica (Autor)



Balanza electrónica

- Inspección de condiciones del entorno
- Limpieza integral externa del equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección física del equipo (Carcasas, cable de red, interruptor, panel de control, display, plataforma, bandeja, baterías, etc.)
- Inspección del estado de la batería Inspección de componentes eléctricos y electrónicos
- Verificación del voltaje de alimentación
- Verificar ajuste de cero de la balanza, ajustar si es necesario

Figura 20. Rutina MP balanza electrónica (Autor)



Bomba de infusión

- Inspección de condiciones del entorno
- Limpieza integral externa del equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección del estado de la batería
- Inspección de condiciones físicas del equipo (carcasas, display LCD, clavijas, conectores, cable de red, interruptor, botones etc.)
- Inspeccionar el buen estado de las membranas de las teclas del panel de control
- Verifique el funcionamiento correcto de todos los indicadores
- Verifique el funcionamiento del sistema de alarmas

Figura 21. Rutina MP bomba de infusión (Autor)




Compresor odontológico

- Inspección de condiciones del entorno
- Limpieza de accesorios
- Limpieza integral externa e interna del equipo
- Inspección del sistema mecánico
- Verificar el funcionamiento del equipo
- Inspección de partes mecánicas
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Lubricación de partes móviles
- Inspección física del equipo (cable de red, interruptor, carcasa, etc.) y filtro de aire
- Inspección de empaques, manómetros, mangueras
- Inspección del sistema electrónico
- Verificar presión 35 psi a 40 psi, filtro de salida de presión

Figura 22. Rutina MP compresor (Autor)

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Desfibrilador

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Inspección física (Carcasa, batería, accesorios y conexiones al paciente, cable de red, palas, etc.)
- Inspección de batería e indicador de carga
- Verificar el sistema de alarmas en cada módulo.
- Limpieza integral externa del equipo
- Limpieza de accesorios
- Inspección de la impresora y su funcionamiento
- Realizar auto test al equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación


Figura 23. Rutina MP desfibrilador (Autor)



Doppler fetal

- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Limpieza integral del equipo.
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Revisar componentes eléctricos y electrónicos
- Comprobar estado de indicadores, alarmas visuales y acústicas
- Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.)
- Inspeccionar el estado de la batería, cambie si es necesario
- Pruebas de operatividad y mantenimiento del transductor
- Mantenimiento de tarjetas electrónicas


Figura 24. Rutina MP Doppler fetal (Autor)



Electrobisturí

- Efectuar limpieza integral externa e interna del equipo
- inspeccionar componentes del equipo (el cable del paciente que no presente ruptura)
- Examinar el cable eléctrico y la toma de corriente (observar la conexión de toma corriente y de la clavija que no estén rotos o deteriorados)
- verificar componentes físicos y funcionales de su configuración (observar indicador de carga de batería)
- inspeccionar rangos de trabajo (verificar conexiones de puesta a tierra del equipo, realizar pruebas con el equipo encendido y apagado, examinar estructura de cables y sus condiciones de bodegaje o almacenamiento)

Figura 25. Rutina MP electrobisturí (Autor)



Electrocardiógrafo

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección de condiciones físicas del equipo (carcasa, botones de control, interruptor, cable de red, batería, cable ECG, etc.)
- Verificar el sistema de impresión.
- Verificar con simulador de paciente la forma y visualización de la señal.
- Limpieza integral del equipo.

Figura 26. Rutina MP electrocardiógrafo (Autor)


EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Equipo de órganos

- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Efectuar inspección de condiciones físicas del equipo
- Efectuar limpieza integral externa de los equipos (otoscopio y oftalmoscopio)
- Inspeccionar el mango de ambos equipos
- Revisión de las baterías y cambiar si es necesario de ambos equipos
- Revisar los bombillos de oftalmoscopio y del otoscopio
- Revisión electromecánica del acople.
- Verificar que el número de partes del equipo estén completas

Figura 27. Rutina MP equipo de órganos (Autor)



Fonendoscopio

- Limpieza integral del equipo.
- Verificar el funcionamiento del equipo
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Inspección del cuerpo del equipo
- Inspección de las olivas
- Inspección de la Y plástica o metálica
- Inspección de las membranas y sus respectivas campanas

Figura 28. Rutina MP fonendoscopio (Autor)



Glucómetro

- Verificar el funcionamiento del equipo
- Inspección física del equipo
- Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.)
- Inspeccionar el estado de la batería, cambie si es necesario
- Limpiar con alcohol la estructura física.
- Verificar que el puerto de datos no presente polvo, sangre.

Figura 29. Rutina MP glucómetro (Autor)




Incubadora neonatal

- Limpieza integral externa del equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Verificar estado de partes móviles, ajustar y lubricar si es necesario
- Efectuar inspección de ventanillas, cauchos, bandejas, mangas.
- Revisar componentes eléctricos y electrónicos
- Revisar sistema neumático
- Verificar estado y funcionamiento del motor de aireación
- Inspeccionar suministro de agua y filtro de polvo, cambiar si es necesario

Figura 30. Rutina MP incubadora neonatal (Autor)

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Lámpara de calor radiante

- Inspección de condiciones del entorno
- Limpieza integral externa del equipo
- Inspeccionar el buen estado de las membranas de las teclas del panel de control
- Verifique el funcionamiento del sistema de alarmas
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Verificar el encendido de indicadores
- Inspeccionar el sensor de temperatura cutáneo
- Inspeccionar el encendido de la lámpara halógena
- Verifique el funcionamiento correcto del control de temperatura
- Verifique con un termómetro clínico la veracidad de la lectura obtenida por la cuna y que se muestre en el display


Figura 31. Rutina MP lámpara calor radiante (Autor)



Infantometro

- Limpieza integral del equipo.
- Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.)
- Inspección de condiciones físicas del equipo (Fisuras o cortes en su material, deformaciones)
- Ajuste de tornillería

Figura 32. Rutina MP infantometro (Autor)



Lámpara cielítica

- Inspección de condiciones del entorno
- Limpieza integral externa del equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección de condiciones físicas del equipo (carcasas, botones de control, interruptor, etc.)
- Verificar operatividad del sistema mecánico (brazo, articulaciones)
- Lubricación de partes móviles
- Inspección del sistema eléctrico y de luminarias
- Verificar focalización de la lámpara, ajustar si es necesario

Figura 33. Rutina MP lámpara cielítica (Autor)



Lámpara cuello de cisne

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Limpieza integral del equipo.
- Efectuar ajuste de tuercas y tornillos, si es necesario
- Verificar el funcionamiento del equipo a diferentes posiciones del cuello
- Inspeccionar el bombillo, cuello, cuerpo y la base del equipo
- Revisar la pantalla reflejante
- Verificar cable de red e interruptor on/off
- Verificar el voltaje en el bombillo o foco

Figura 34. Rutina MP lámpara cuello cisne (Autor)

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Lampara de foto curado

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Inspección del sistema eléctrico (contactos de la tarjeta electrónica)
- Revisión del ventilador
- Revisión de socket
- Verificar que el filtro no esté dañado
- Verifique el estado del bombillo
- Verifique el estado de la fibra


Figura 35. Rutina MP lampara foto curado (Autor)



Laringoscopio

- Limpieza integral externa del equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo
- Efectuar limpieza integral externa de los equipos (otoscopio y oftalmoscopio)
- Revisión electromecánica del acople.
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Inspeccionar el estado de la batería, cambie si es necesario
- Inspección de mango y valvas Inspección de bombillos

Figura 36. Rutina MP laringoscopio (Autor)



Máquina de anestesia

- chequeo de la máscara del paciente (observe el estado de la manguera evite que este cerca de líquidos que deterioren el material)
- examinar el cable eléctrico, toma de corriente y voltajes de alimentación y el indicador de carga de batería
- Control de gases y soda (verifique que los flujómetros estén cerrados, verifique el color de la soda si es necesario indique el cambio de la misma)
- Verificar fugas (inspeccionar mangueras que no están estranguladas o quebradas, acoples y abrazaderas)
- verificación de parámetros (realizar pruebas de parámetros, teclados, botones, y perillas)

Figura 37. Rutina MP máquina de anestesia (Autor)




Mesa de partos

- Efectuar limpieza integral externa del equipo.
- Verificar estado físico de los accesorios (tapiz y piñeras)
- Verificar sistema de elevación y descenso.
- Verificar operatividad de movimiento lateral, trendelenburg y otros movimientos disponibles
- Verificar estado de sistema de frenado, ajustar si es necesario
- Efectuar un apriete de tuercas y tornillos (si es necesario)
- Efectuar prueba de seguridad eléctrica si aplica

Figura 38. Rutina MP mesa de partos (Autor)

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Mesa quirúrgica

- Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo
- Verificar estado físico de cada uno de los accesorios (tapiz o cubierta)
- Verificar operatividad del sistema de movimiento, lubricar todas sus partes
- Verificar sistema de transporte de aceite (si aplica)
- Efectuar prueba de seguridad eléctrica (si aplica)
- Verificar el funcionamiento del equipo junto con el usuario en todos los modos de operación

Figura 39. Rutina MP mesa quirúrgica (Autor)



Microscopio

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Inspección del sistema eléctrico
- Verificar el funcionamiento del equipo
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Verifique el estado del bombillo Inspección del sistema mecánico, verificar desplazamientos
- Comprobar apertura del diafragma, iris y montaje del condensador.
- Limpieza general al equipo y al sistema óptico (oculares, objetivos, etc)

Figura 40. Rutina MP microscopio (Autor)



Monitor de signos vitales

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Verificar el sistema de alarmas en cada módulo.
- Limpieza integral externa del equipo
- Limpieza de accesorios
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- inspección física y funcional del equipo (Carcasa, batería, accesorios y conexiones al paciente, cable de red, interruptor, etc.)
- Inspección de botones de control y display de visualización

Figura 41. Rutina MP monitor de signos vitales (Autor)




Monitor fetal

- Inspección de condiciones del entorno
- Verificar el sistema de alarmas en cada módulo.
- Limpieza integral externa del equipo
- Limpieza de accesorios
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección física y funcional del equipo
- Inspección de botones de control y display de visualización
- Pruebas de operatividad al sistema de impresión
- Pruebas de operatividad y mantenimiento del transductor

Figura 42. Rutina MP monitor fetal (Autor)

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Nebulizador

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Limpieza integral externa e interna del equipo
- Inspección del sistema eléctrico
- Inspección del sistema mecánico
- Verificar el funcionamiento del equipo
- Inspección física del equipo (cable de red, interruptor, carcasa, etc.)
- Inspección del filtro de aire

Figura 43. Rutina MP nebulizador (Autor)



Negatoscopio

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Limpieza integral externa e interna del equipo
- Inspección del sistema eléctrico
- Inspección física del equipo (cable de red, interruptor, carcasa, etc.)
- Inspección de la pantalla de acrílico


Figura 44. Rutina MP negatoscopio (Autor)



Nevera de vacunas

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Inspección del sistema eléctrico
- Inspección física del equipo
- Efectuar limpieza general de condensador y evaporador.
- Revisión conexiones eléctricas, internas y externas, (transformador, conductores, conectores)
- revisar control de temperatura.
- Revisar las líneas y terminales recalentadas.
- Revisar toma macho. (Cable de alimentación AC)
- Verificar temperatura de funcionamiento °C
- Verificar el funcionamiento del equipo en conjunto con el operador.

Figura 45. Rutina MP nevera de vacunas (Autor)




Oxímetro

- Limpieza integral externa del equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección del estado de la batería
- Limpieza integral interna del equipo
- Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.)
- Inspección de botones de control y display de visualización
- Inspección sensor de dedo adulto y/o pediátrico, cambiar si es necesario.

Figura 46. Rutina MP oxímetro (Autor)


EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Pieza odontológica de alta velocidad

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Limpieza integral externa del equipo
- Limpieza de accesorios
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección física del equipo
- Lubricar el sistema mecánico


Figura 47. Rutina MP pieza de alta (Autor)



Pieza odontológica de baja velocidad

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Limpieza integral externa del equipo
- Limpieza de accesorios
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección física del equipo
- Limpieza integral interna del equipo
- Lubricar el sistema mecánico


Figura 48. Rutina MP pieza de baja (Autor)



Tallímetro

- Limpieza integral del equipo.
- Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.)
- Inspección de condiciones físicas del equipo (Fisuras o cortes en su material, deformaciones)
- Inspección de la plataforma del paciente.
- Inspección de posición, ajustar si es necesario.

Figura 49. Rutina MP tallímetro (Autor)



Tensiómetro

- Limpieza integral externa del equipo
- Efectuar inspección de condiciones ambientales del equipo.
- Inspeccionar el cuerpo y la base del equipo.
- Revisar para (cambiar si es necesario).
- Revisar esfigmomanómetro (Ajustar si es necesario).
- Revisar brazaletes y correas (cambiar si es necesario).

Figura 50. Rutina MP tensiómetro (Autor)


EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Termómetro

- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección del estado de la batería
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Inspección del cuerpo del equipo
- Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.)
- Verificar temperatura de funcionamiento °C
- Actualice fecha y hora si es necesarios
- Inspección del sistema electrónico


Figura 51. Rutina MP termómetro (Autor)



Termohigrómetro

- Inspección de condiciones del entorno (humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Limpieza integral externa e interna del equipo
- Inspección de condiciones físicas del equipo (carcasas, display LCD, botones.)
- Inspeccionar el estado de la batería, cambie si es necesario
- Verifique el funcionamiento del termohigrómetro en la función in/out
- Actualice fecha y hora si es necesarios
- Realice comparación de medición con equipo patrón

Figura 52. Rutina MP termohigrómetro (Autor)



Unidad odontológica

- Verificar el funcionamiento del equipo
- Inspección de condiciones del entorno
- Inspección física del equipo (Tapizado, silla, interruptores, perillas, escupidera, etc.)
- Inspección del sistema eléctrico, neumático e hidráulico
- Inspección de empaques
- Inspección de manómetros
- Inspección de mangueras
- Lubricar la pieza de mano de alta velocidad
- Limpiar y lubricar la jeringa triple, desacoplar y cambiar kit si es necesario
- Inspección y lubricación de turbinas
- Verificar la presión sobre las piezas de mano, que

Figura 53. Rutina MP unidad odontológica (Autor)



Ventilador mecánico

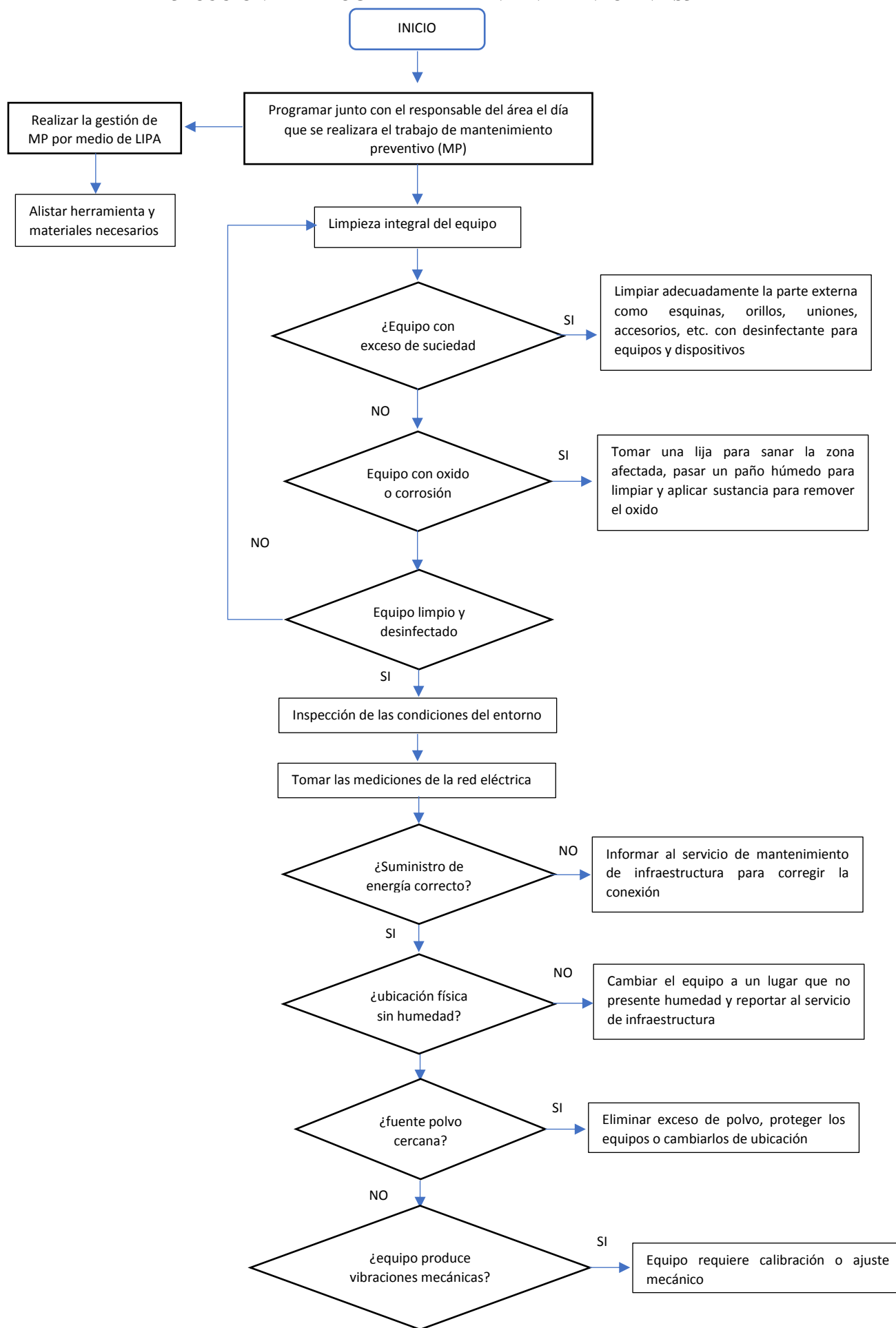
- Efectuar limpieza integral externa e interna del equipo
- Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo
- Revisar que la válvula de exhalación esté limpia y el diafragma esté en buenas condiciones
- Revisar el circuito del paciente
- Revisar y limpiar los filtros y porta filtros, cambiar si es necesario
- Verificar el funcionamiento del regulador de presión, control manual de tiempo, control de presión y regulador de flujo
- Verificar el correcto funcionamiento del equipo en conjunto con el operador

Figura 54. Rutina MP ventilador mecánico (Autor)

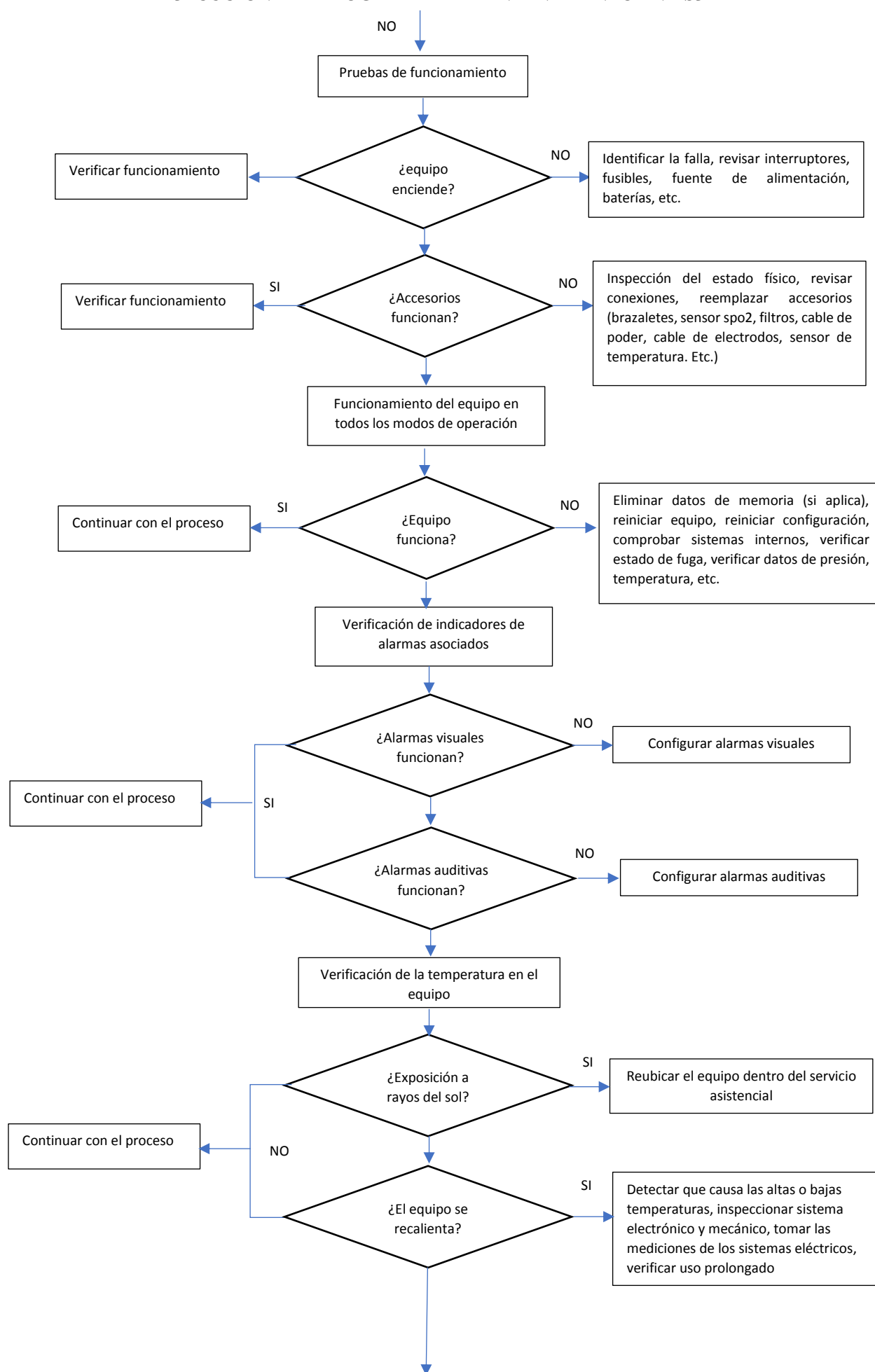
5.3.2. Ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo mediante diagramas de flujo

Por medio del diagrama de flujo que se muestra a continuación se describe el proceso o paso a paso de la ejecución del mantenimiento preventivo a los equipos, se realiza de forma generalizada tomando como base los principales protocolos de mantenimiento preventivo que se mencionan en el capítulo 4 del presente documento.

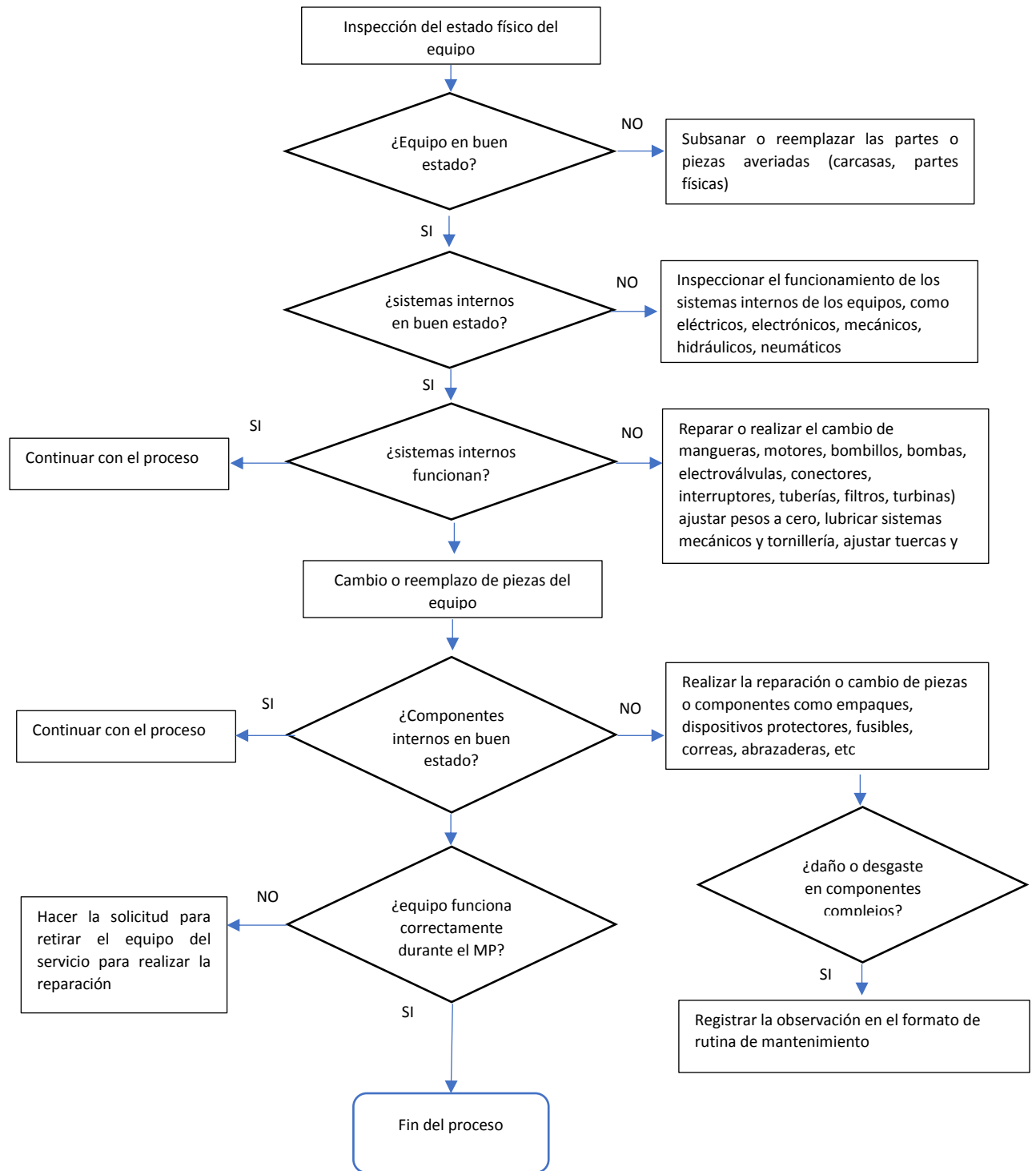
EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Nota. Diagrama de flujo de actividades de mantenimiento preventivo es de autoría propia

5.4. Realizar mantenimiento correctivo en equipos biomédicos

Los reportes de mantenimiento correctivo tienen una característica importante y es que no se tiene la certeza de cuándo va a ocurrir la falla y tampoco la gravedad de la misma, cabe resaltar que el mantenimiento preventivo se realiza con el fin de evitar que ocurra algún tipo de falla o problema, pero sin importar lo bien que este sea planeado o ejecutado, existen casos en que las fallas ocurren y los equipos dejan de funcionar sin previo aviso.

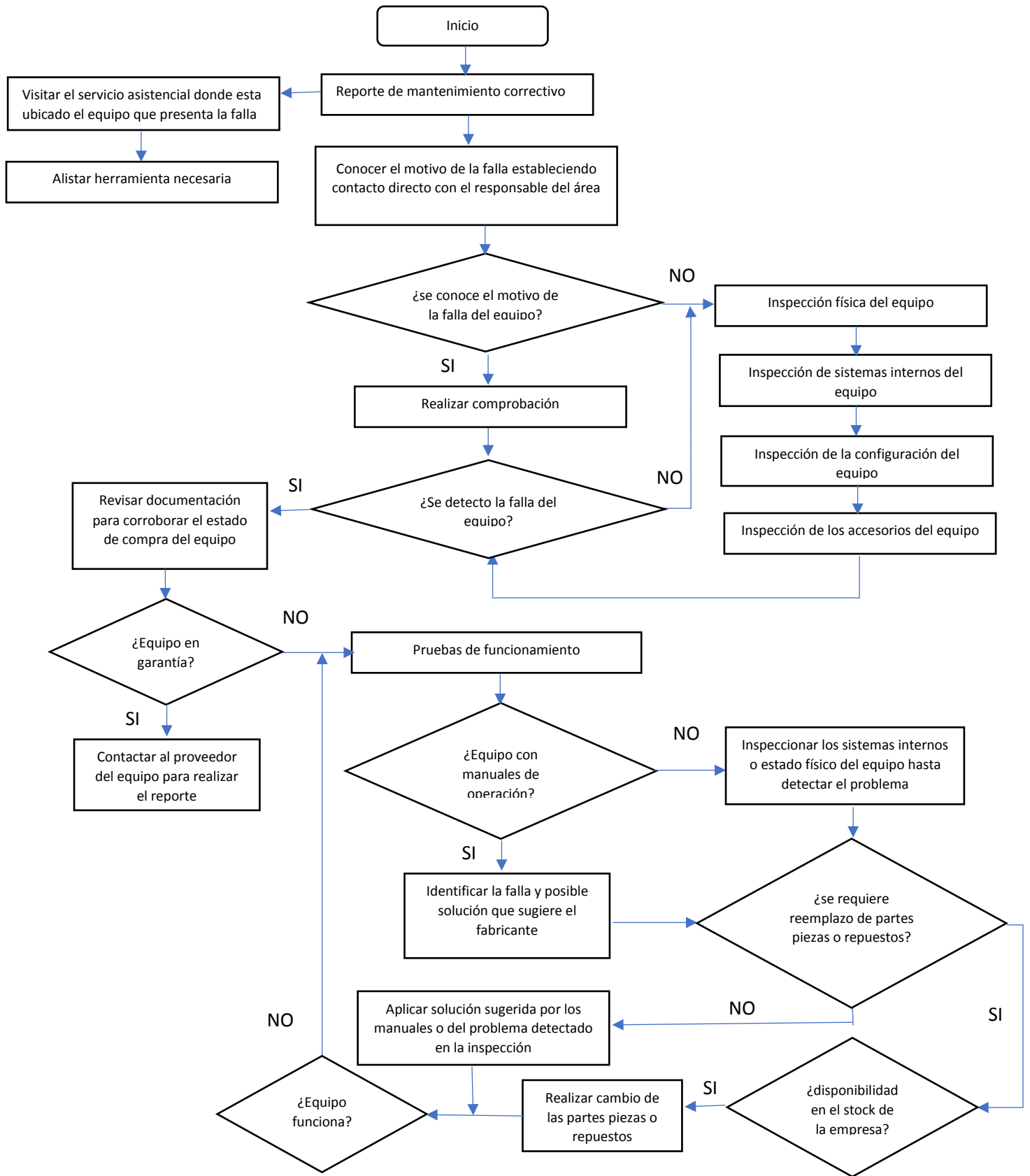
Un aspecto a mencionar es que en temas de mantenimiento correctivo el servicio de mantenimiento no cuenta con un formato estandarizado para resolver dichos requerimientos, y si se analiza bien, se debe a que las fallas pueden ocurrir de forma aleatoria afectando cualquier tipo de sistema interno o incluso el estado físico del equipo por lo que resulta casi imposible saber cómo anticiparse y planear o estandarizar algo que no se sabe que va a ocurrir, sin embargo, por medio de la inspección o el tipo de falla en la que el evento ocurra y el registro que se tenga del equipo, se puede atender la solicitud de forma efectiva y eficiente, conociendo cuales son las fallas más comunes, los aspectos que la causan y tanto por medio de manuales de usuario como de registro histórico emplear la solución más efectiva, en caso de que aplique, si el área de mantenimiento determina que el equipo no tiene solución o no puede prestar su funcionamiento al 100% puede optar por darlo de baja, analizando aspectos según corresponda al equipo en cuestión.

El tema de mantenimiento correctivo es muy amplio e incierto, por lo que se debe estar preparado ante cualquier tipo de eventualidad, ya que al contar con equipos que cuentan con sistemas mecánicos, eléctricos, electromagnéticos, hidráulicos, neumáticos, entre otros, se puede determinar cualquier tipo de causa ante la falla reportada, de este modo el control hacia esta actividad resulta ser más minucioso y de más cuidado que cuando se abarcan actividades de mantenimiento preventivo o de rutinas de inspección diaria.

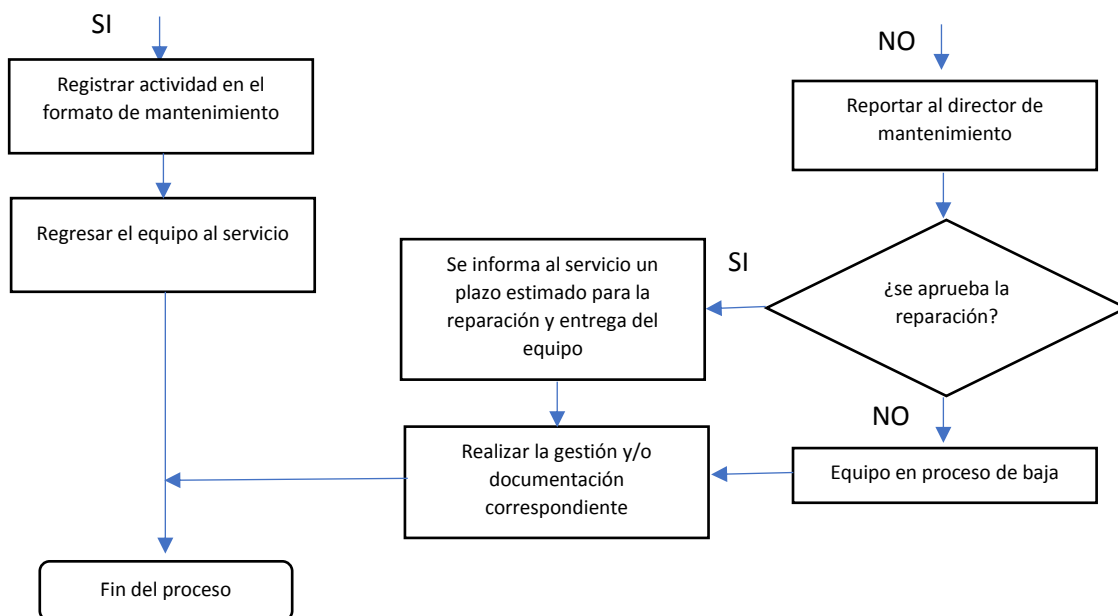
5.4.1. Ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo por diagrama de flujo

Por medio del diagrama de flujo que se muestra a continuación se describe el proceso o paso a paso de la ejecución del mantenimiento correctivo a los equipos cuando ocurre una falla imprevista, se realiza de forma generalizada tomando como base las principales acciones a considerar cuando ocurre dicha eventualidad y que se mencionan en el capítulo 4 del presente documento:

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Nota. Diagrama de flujo de actividades de mantenimiento correctivo de autoría propia

5.4.2. Histórico de fallas de los equipos

En las rondas de seguridad realizadas a los servicios asistenciales para inspeccionar el estado de la documentación física de los equipos biomédicos, se encuentra que la información correspondiente a reportes de mantenimiento correctivos está desactualizada y en la mayoría de los casos no existe, no se cuenta con un historial de fallas organizado y que aporte información valiosa respecto a los trabajos realizados sobre los equipos aproximadamente desde el año 2020 hacia atrás, en archivos que contienen información los datos del equipo como marca, modelo y serial no son precisos por lo que no se tiene la certeza de que dicho equipo haya sido manipulado, se encuentran carpetas en mal estado que logra contener información que al momento de emparejar con la existente no se encuentra coincidencia.

Por este motivo se decide realizar la actualización de formatos de mantenimiento tanto preventivo como correctivo de los cuales se encuentre registro y con los que se logra establecer similitud de información, también con ayuda de las actividades de mantenimiento registradas en

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

LIPA se procede a la descarga de dicha información con el fin de que por lo menos a la gran mayoría de equipos posibles se les pueda agregar dichas actualizaciones.

5.4.3. Fallas y posibles causas de los equipos biomédicos

Debido a la escasa información registrada en el historial de fallas de la mayoría de los equipos del hospital, se opta por identificar las fallas más comunes en los principales equipos y dispositivos médicos y además establecer la posible causa que la provoca, la información que se observa en la tabla 10 fue recolectada mediante inspección, observación y mano de obra realizada en actividades de rutina de verificación diaria, atendiendo reportes de mantenimiento correctivo y fallas encontradas en los trabajos de mantenimiento preventivo durante el desarrollo de la pasantía, haciendo una relación de la falla y detectando la posible causa que la provoca en equipos con los que se tuvo contacto directamente.

Tabla 10. Fallas de los equipos biomédicos y posibles causas

(Autor)

N.º	Nombre del equipo	Fallas comunes	Posibles causas
1	Aspirador de secreciones	Poca fuerza de succión	Pérdida de potencia por entrada de líquido en las membranas de la motobomba Mangueras sucias o tapadas Escape de aire al momento de realizar la conexión al paciente Filtro bacteriológico hidrofóbico sucio o para cambio
2	Autoclave	El equipo no enciende Los indicadores de muestras de biológicas quemados	Alta tensión en la red eléctrica la cual quema los fusibles de protección Des configuración de valores de temperatura y presión

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

		El equipo no realiza el ciclo de esterilización normalmente	Fugas de aire por las tuberías del equipo
3	Balanza electrónica	El equipo arroja datos de peso erróneos	Sensor de peso dañado Conexiones sueltas en el circuito eléctrico Uso prolongado e inadecuado
4	Balanza mecánica	El equipo arroja datos de peso erróneos	Sistema mecánico desajustado Piezas internas sin lubricación o engrase Uso prolongado e inadecuado
5	Bomba de infusión	Sistema de alarmas descontrolado Errores de sistema La puerta del equipo no cierra Sistema mecánico no funciona	No se ajustan los parámetros y valores adecuadamente Arroja errores debido a la no compatibilidad de los sets de infusión Sensor de la puerta desajustado y no calibrado dentro del sistema Los motores del equipo se encuentran en mal estado
6	Compresor odontológico	Presenta fugas de aire en las mangueras	Desgaste en las mangueras por corrosión u otras condiciones ambientales
7	Desfibrilador	Arroja error en la configuración del sistema	Palas o electrodos mal conectados No se ejecuta correctamente la prueba de usuario o de sistema
8	Doppler	Pérdida completa del sonido Interferencia cuando está en funcionamiento	Parlante dañado y conexiones deterioradas El cable de la sonda ultrasónica en mal estado

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

9	Electrobisturí	No se detectaron fallas	El equipo es nuevo y está dentro del periodo de garantía
10	Electrocardiógrafo	Interferencia en los resultados dificultando la lectura del examen	Electrodos de succión tapados por uso de gel Se le suministra papel de otra marca el cual tiene un desfase con el resultado arrojado en pantalla Parámetros y valores del sistema desconfigurados o erróneos Conexión a la paciente incorrecta
11	Equipo de órganos	El equipo no suministra luz	Bombillo quemado Circuito eléctrico deteriorado Conexiones sueltas en el circuito eléctrico Estructura física metálica sulfatada
12	Fonendoscopio	Equipo en mal estado	Uso inadecuado o prolongado lo cual deteriora el equipo con el paso del tiempo
13	Glucómetro	Arroja datos erróneos en la toma de muestras	Tiras de glucometría vencidas o chip compatible
14	Incubadora muestras biológicas	El equipo no realiza el tratamiento de indicadores de esterilización correctamente	Circuito de luz uv deteriorado Tarjeta de sensores dañada
15	Incubadora neonatal	No se detectaron fallas	Equipo con sistema electrónico, físico y mecánico en buenas condiciones
16	Infantometro	Equipo en mal estado	Uso inadecuado
17	Lampara calor radiante	No se detectaron fallas	Equipo con sistema electrónico, físico y mecánico en buenas condiciones
18	Lampara cielítica	No se detectaron fallas	Equipo con sistema electrónico, físico y mecánico en buenas condiciones

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

19	Lampara cuello de cisne	Equipo en mal estado	Tornillería suelta y piezas mecánicas sin lubricación ni engrase
20	Lampara de foto curado	El equipo no enciende Luz con poca potencia Sistema físico en mal estado	Sistema de almacenamiento de energía deteriorado Bombillo de luz UV deteriorado por uso prolongado Posibles golpes y uso inadecuado
21	Laringoscopio	El equipo no enciende	Bombillo quemado Sistema de almacenamiento de energía deteriorado
22	Máquina de anestesia	La máquina no supera la prueba de oxígeno obligatoria	Fugas en el circuito de oxígeno Error de configuración
23	Mesa de partos	Sistema físico en mal estado	Piezas metálicas y tornillería sin lubricación y engrase Tornillería faltante o sin ajuste
24	Mesa quirúrgica	No se detectaron fallas	Equipo de soporte y fijo
25	Microscopio	El bombillo no enciende Oculares sucios y empañados	Bombillo quemado por uso prolongado Limpieza con productos y utensilios inadecuados
26	Monitor signos vitales	El equipo presenta error al tomar la tensión El equipo no toma la saturación en la sangre El equipo arroja datos de signos vitales erróneos	Fuga de aire por el brazalete NIBP En la configuración del sistema se elige de forma incorrecta el tipo de paciente/brazalete NIBP Sensor spo2 (infrarrojo) en mal estado o dañado Sobrecarga de información por uso prolongado Configuración del sistema inadecuado

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

27	Monitor fetal	Interferencia en los resultados dificultando la lectura del examen	Se le suministra papel de otra marca el cual tiene un desfase con el resultado arrojado en pantalla Parámetros y valores del sistema desconfigurados o erróneos
28	Nebulizador	No se detectaron fallas	Se usa de forma ocasional lo cual prolonga su funcionamiento
29	Negatoscopio	No se detectaron fallas	Equipo instalado correctamente y fijo a la pared, circuito eléctrico en buenas condiciones
30	Nevera	El equipo presenta fallas en la temperatura	El flujo de refrigeración no completa el ciclo El compresor no absorbe el aire caliente del equipo Controles de temperatura configurados incorrectamente
31	Oxímetro	El equipo no toma la saturación en la sangre	Sensor SpO2 (infrarrojo) en mal estado o dañado Sistema de almacenamiento de energía deteriorado Pines de conexión en mal estado o partido
32	Pieza de alta velocidad	La pieza de alta dejó de funcionar	Turbina en mal estado requiere cambio
33	Pieza de baja velocidad	La pieza de baja dejó de funcionar	Turbina o sistema mecánico en mal estado
34	Tallímetro	Mal estado físico	Uso inadecuado
35	Tensiómetro	El equipo no toma la presión sanguínea correctamente	Brazaletes NIBP en mal estado Fuga de aire en las mangueras Perilla de goma dañada Aguja del manómetro desajustado del cero

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

			Sistema mecánico del manómetro deteriorado o no lubricado
			Válvula de presión tapada o en mal estado
			Cámara inflable interna con fugas
			Mangueras en mal estado
36	Termohigrómetro	Datos de temperatura y humedad erróneos	Sistema de almacenamiento de energía deteriorado
			Uso inadecuado
			Equipo configurado incorrectamente
37	Termómetro	Datos de temperatura erróneos	Sistema de almacenamiento de energía deteriorado
			Uso inadecuado
			Equipo configurado incorrectamente
38	Unidad odontológica	Fugas en el sistema neumático e hidráulico	Mangueras rotas, piezas mal puestas
		La lámpara no enciende	Bombillo quemado por subida de tensión en la red eléctrica o uso prolongado
		Pérdida de presión en las piezas de la unidad odontológica	Fuga de aire en las mangueras del compresor
39	Ventilador mecánico	Sensores de funcionamiento en mal estado	Tiempo de vida útil de los sensores culminado y requieren cambio
		Error en la configuración del sistema	No se realiza de forma correcta las pruebas de usuario y servicio
		Sistema físico en mal estado	Uso incorrecto, prolongado e inadecuado

5.5. Síntesis

Este capítulo se basó en el desarrollo de las principales funciones y responsabilidades del servicio de mantenimiento, como la actualización de las hojas de vida de los equipos biomédicos, entrega y distribución de equipos nuevos, ronda de inspección diaria por los servicios asistenciales, reportes de mantenimiento y ejecución del cronograma de mantenimiento, también se hizo énfasis en los servicios asistenciales del hospital y centros de salud adscritos, se describe mediante fichas y diagramas de flujo las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo y se mostró mediante una tabla la relación de fallas más comunes y posibles causas en los equipos seleccionados para el desarrollo del proyecto.

CAPITULO VI

6. Planteamiento de la propuesta de apoyo a la gestión de mantenimiento

Título

Manual de protocolos para la gestión de mantenimiento correctivo a equipos biomédicos en la E.S.E. Hospital San Juan de Dios Pamplona

Antecedentes

La gestión y ejecución del programa de mantenimiento de la E.S.E. Hospital San Juan de Dios Pamplona se establece mediante el software de gestión LIPA, desde allí se tiene el control y seguimiento de los requerimientos de mantenimiento inclusive aquellas actividades o protocolos para la prevención de fallas que se deben ejecutar a los equipos durante cada visita a los servicios o centros de salud, pero, este software no contempla un protocolo o un paso a paso de acciones a realizar durante un reporte de mantenimiento correctivo, por lo que se debe acudir a manuales de usuario de los equipos y en ocasiones cuando no se tienen dichos manuales, a la inspección rigurosa hasta encontrar la falla y definir el mejor camino para darle solución, esto conlleva tiempo, lo cual en este tipo de casos son situaciones de emergencia que no pueden ser planificadas con anterioridad.

Objetivos

- Establecer una guía generalizada de los pasos a seguir ante un evento de mantenimiento correctivo
- Inspeccionar el histórico de fallas de los principales equipos
- Detectar las fallas más comunes de los principales equipos
- Detectar las causas que originan las fallas en los principales equipos

Justificación

El desarrollo de un manual que contenga las principales fallas y el origen de estas, aportan a que la solución a un reporte de mantenimiento correctivo se ejecute correctamente en el menor tiempo posible, como es de saber la cantidad de equipos que se maneja en una institución prestadora de salud es amplia por lo que se debe segmentar la información y buscar la mejor estrategia para que el desarrollo de un manual pueda abarcar la información mas relevante y que cubra los principales aspectos de los diferentes equipos y dispositivos médicos.

Alcance

Se pretende presentar esta propuesta al servicio de mantenimiento de la E.S.E. Hospital San Juan de Dios Pamplona con el fin de que pueda ser estudiada y avalada para una posible puesta en marcha.

6.1. Síntesis

Se realiza el planteamiento de una propuesta que pueda ser implementada para brindar apoyo al servicio de mantenimiento del Hospital San Juan de Dios Pamplona

CAPITULO VII

7. Análisis y resultados del desarrollo del proyecto

7.1. Análisis y Resultados de la clasificación de los equipos y dispositivos médicos

7.1.1. Clasificación según el nivel de riesgo

La clasificación de equipos y dispositivos biomédicos se realizó en el capítulo III mediante una base de datos en Excel que reúne información característica de los mismos entre esas la clasificación según el nivel de riesgo.

Se tomó como base un total de 38 equipos, todos de tipo y características diferentes con el fin de realizar una clasificación cualitativa en lugar de cuantitativa; Según el decreto 4725 de 2005 la clasificación según el nivel de riesgo se divide en: equipos de riesgo bajo, equipos de riesgo moderado, equipos de riesgo alto y equipos de riesgo muy alto. En la figura 55, se puede observar una relación entre el nivel de riesgo y el número de equipos.



Figura 55. Clasificación de equipos biomédicos según el nivel de riesgo (Autor)

En este orden de ideas se puede observar que, en base a los 38 equipos seleccionados para ejecutar este proyecto, en la E.S.E. Hospital san Juan de Dios pamplona y

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

centros de salud adscritos existen 17 tipos de equipos de riesgo bajo, lo que representa un total del 31% respecto al total, como se puede observar en la figura 56.

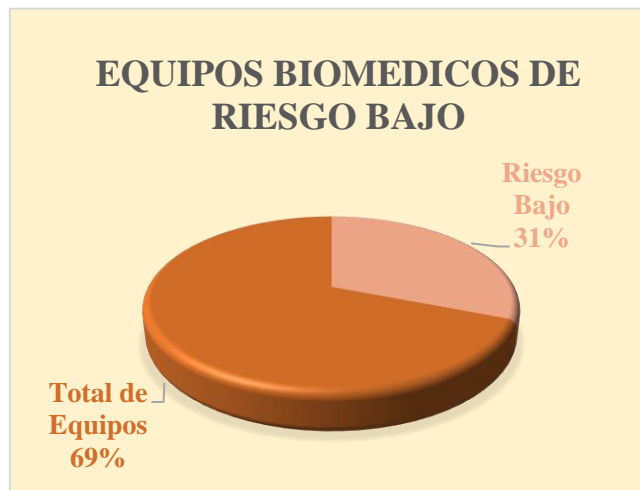


Figura 56. Equipos biomédicos de riesgo bajo (Autor)

Así mismo existen 14 tipos de equipos de riesgo moderado, lo que representa un 27% respecto al total, como se puede observar en la figura 57.

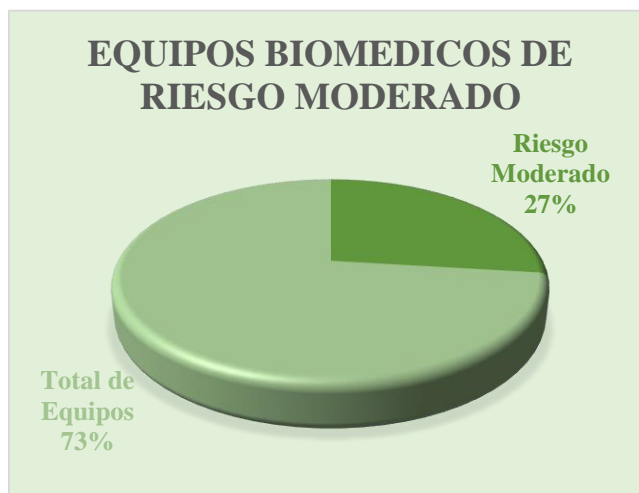


Figura 57. Equipos biomédicos de riesgo moderado (Autor)

También se logra observar que existen 7 tipos de equipos de riesgo alto lo que representa un 16% respecto al total, como se puede observar en la figura 58.

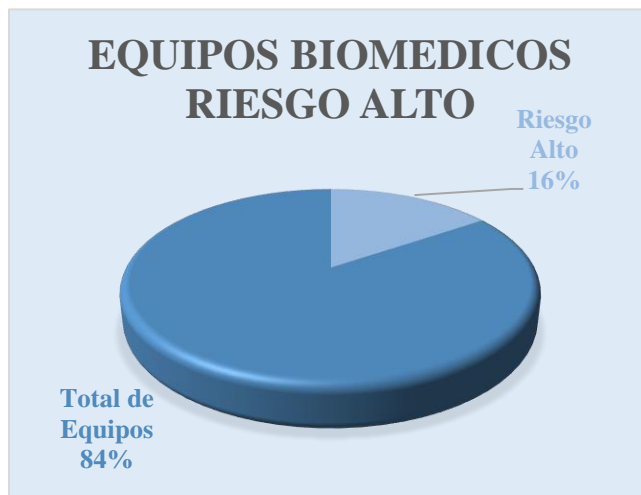


Figura 58. Equipos biomédicos de riesgo alto (Autor)

Al tratarse de una institución de segundo nivel y que presta servicios de salud de mediana complejidad, no se cuenta con equipos con un nivel de riesgo muy alto, o por lo menos, en el desarrollo de la pasantía no se tuvo contacto con alguno de ellos, esto se puede evidenciar en la figura 59.

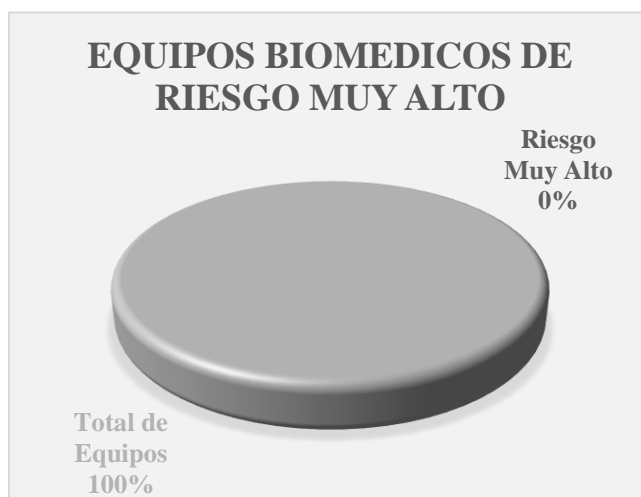


Figura 59. Equipos biomédicos de riesgo muy alto (Autor)

Conclusión

La clasificación según el nivel de riesgo en los equipos biomédicos juega un papel clave y fundamental a la hora de ejecutar un programa de mantenimiento, ya que permite establecer prioridades ante el reporte de fallas, el cuidado que se debe tener tanto del equipo como del personal y el tiempo que requiere una rutina de mantenimiento. en este orden de ideas se tiene que los equipos de riesgo alto deben contar una atención prioritaria en lo que concierne fallas de funcionamiento o reparaciones, al conformar el 16% del total de los equipos, los protocolos de mantenimiento pueden ser más rigurosos y estrictos tomando como base el tiempo de ejecución en comparación con un equipo de riesgo bajo, los cuales, conforman el 31% del inventario, es decir, las rutinas para estos últimos suelen ser sencillas y puntuales, lo que permite que se dedique el tiempo que los equipos de riesgo alto requieren en sus rutinas de mantenimiento y corrección de fallas.

7.1.2. Clasificación según el tipo de fallas

Las fallas en los equipos que cuentan con sistemas mecánicos, electrónicos, neumáticos, etc., suelen presentarse de 3 formas según la eventualidad en que ocurren, en el capítulo III se hizo la clasificación de los equipos biomédicos según el tipo de falla presentada, estas pueden ser sistemáticas, progresivas y aleatorias, la información que aquí se presenta fue recopilada mediante la inspección y trabajos de mantenimiento sobre cada equipo.

Tomando como referencia la base de datos de equipos biomédicos se tienen 38 tipos de equipos que cuentan con características, funciones y usos diferentes. La clasificación de los equipos se realiza a partir del tipo de falla, cabe aclarar que un equipo puede presentar por ejemplo una falla sistemática y a su vez una falla progresiva, así como también puede presentar los tres tipos de falla o en efecto solo presentar un tipo de falla según su sistema y funcionalidad.

En la figura 60, se puede observar la agrupación de estas fallas el número de equipos que las presentan, de los cuales 7 equipos han presentado los tres tipos de fallas (Sistemáticas, Progresivas, Aleatorias - SPA) en algún momento de su funcionamiento, mientras que 16 de ellos

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

han presentado por lo menos dos tipos de fallas entre Sistemáticas y Progresivas (SP), Progresivas y Aleatorias (PA) o sistemáticas y aleatorias (SA) y los 16 equipos restantes han presentado al menos una falla durante su funcionamiento (Sistemática, Progresiva o Aleatoria)

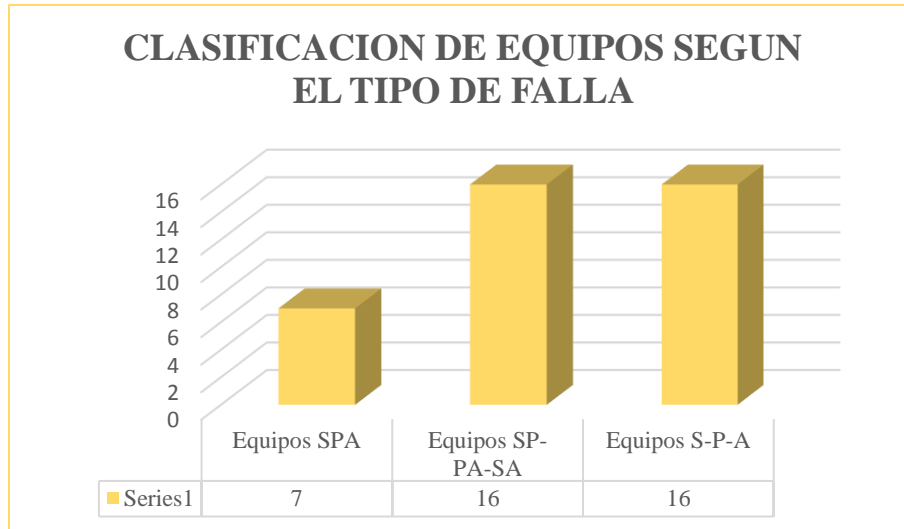


Figura 60. Clasificación de los equipos según el tipo de fallas (Autor)

De este modo tiene que los equipos que han presentado los tres tipos de falla (SPA) representan el 16% respecto al total de equipos, esto se puede ver en la figura 61.

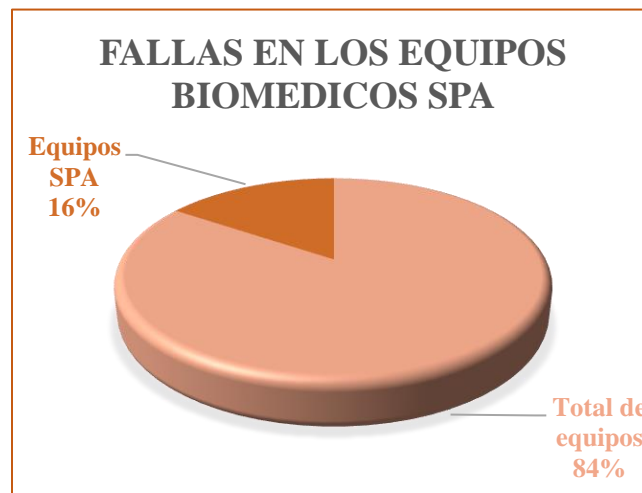


Figura 61. Fallas en los equipos biomédicos (SPA) (Autor)

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Del mismo modo, los equipos que han presentado al menos dos tipos de fallas durante su funcionamiento (SP – PA – SA) representan el 30% respecto al total de equipos como se observa en la figura 62.

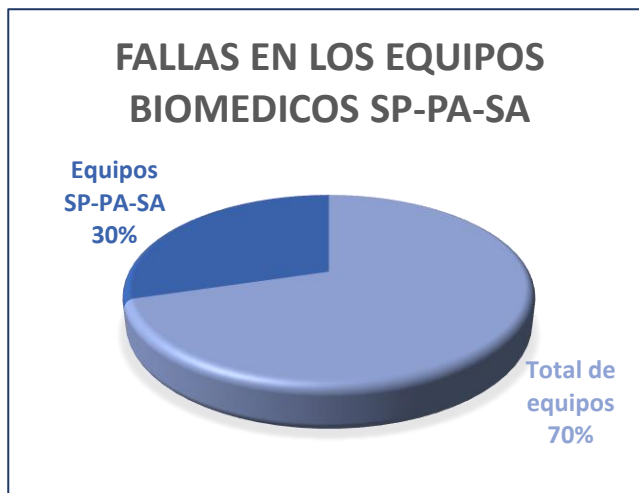


Figura 62. Fallas en los equipos biomédicos (SP – PA – SA) (Autor)

En la figura 63, se puede observar que los equipos que han presentado un tipo de falla en su funcionamiento también representan el 30% respecto al total de equipos.

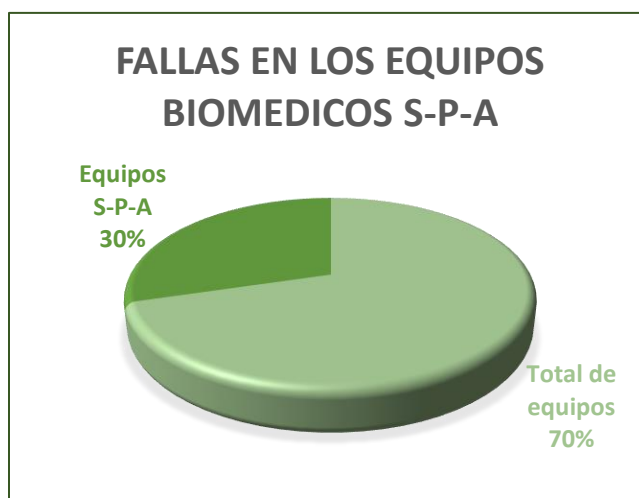


Figura 63. Fallas en los equipos biomédicos (S – P – A) (Autor)

Conclusión:

Según los resultados obtenidos se puede concluir que los reportes de fallas (SPA) representan la menor cantidad de los equipos biomédicos, es decir, se refleja que son equipos que pueden estar próximos a cumplir su tiempo de vida útil ya que la incidencia de las fallas es continua, por otra parte, este resultado muestra que las actividades de mantenimiento preventivo están siendo efectivas, ya que solo el 16% de los equipos presentan los 3 tipos de fallas.

Por otro lado, los equipos que presentan fallas (SP – PA- SA) y (S – A – P) representan la mayor cantidad de equipos 86% y refleja que son equipos de uso continuo, debido a la necesidad y demanda dentro de las instalaciones del hospital, esto refleja que el servicio de mantenimiento debe estar más enfocado en detectar las fallas dentro las actividades de mantenimiento con el fin de prevenir que ocurran mientras el equipo esté en funcionamiento.

7.2. Resultados del estudio de los protocolos de mantenimiento

En el capítulo 4 se abarco el estudio de los protocolos de mantenimiento donde está incluido tanto las actividades de mantenimiento preventivo como de mantenimiento correctivo. Como se menciona en el desarrollo del capítulo, el servicio de mantenimiento cuenta con un software de gestión denominado LIPA donde están registrados todos los equipos que constituyen el inventario de la E.S.E Hospital san Juan de Dios y además se lleva el seguimiento y control de las actividades que se deben realizar diariamente y de las metas establecidas para el servicio de mantenimiento.

La clasificación de los equipos permitió conocer las principales características, funcionamiento, modo de uso y los diferentes tipos de fallas que estos presentan, mientras que LIPA fue de gran apoyo en el estudio de las actividades mantenimiento, puesto que allí se reúne gran parte de la información necesaria para efectuar un trabajo de calidad, un ejemplo de esto son los protocolos de mantenimiento preventivo, los cuales describen el paso a paso de lo que se debe

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

realizar a cada equipo según sus especificaciones técnicas, lo que va desde la limpieza del equipo con productos especiales hasta el cambio de partes o componentes.

Este aspecto facilito de cierto modo la ejecución de dichas actividades hablando a modo de prevenir fallas por el simple hecho de que se cumplía con una lista de tareas ya establecidas, pero cuando se mencionan aspectos como atender reportes de mantenimiento correctivo o de solucionar fallas imprevistas, no se cuenta con un manual o con un protocolo preestablecido para dar solución a dicho problema, por lo que la alternativa más viable fue acudir a los manuales de usuario de los equipos, donde el fabricante dispone de información en caso de que ocurran eventos imprevistos. En caso no contar con una guía que contenga información precisa, se llega al punto de examinar el equipo detenidamente con el fin de detectar la falla y el motivo de la causa, posteriormente se registra toda la información para mantener un histórico de fallas actualizado para así dar solución a otros equipos que presentaran el mismo problema y también con el fin de que fuera un área de enfoque en futuras visitas de mantenimiento preventivo.

Conclusion:

Tomando como base las actividades realizadas durante el desarrollo de la pasantía para conocer la forma correcta de efectuar un mantenimiento preventivo y correctivo se llega a la conclusión de que la información enfocada a mantenimiento preventivo es clara y se puede ejecutar sin problema, pero, se hace necesario contar con una guía generalizada de las posibles acciones a ejecutar cuando ocurra un reporte de mantenimiento correctivo, ya que el servicio de mantenimiento de la E.S.E Hospital san Juan de Dios no se cuenta con una guía de protocolos generalizada que ayude a establecer un punto de partida ante eventos o fallas imprevistas.

7.3. Resultado ejecución de las actividades de mantenimiento

7.3.1. Ejecución de mantenimiento preventivo

Las tareas de mantenimiento preventivo se gestionan desde el software LIPA de la empresa VHM ingeniería, desde allí se lleva el registro, seguimiento y control de que el servicio de mantenimiento encargado de atender los requerimientos de equipos biomédicos presentes en el HSJD Pamplona ejecute adecuadamente estas actividades.

Mes a mes se ejecutaron las rutinas de mantenimiento preventivo en los diferentes servicios asistenciales y centros de salud siguiendo el cronograma de mantenimiento establecido, desde lipa se realizó la asignación del servicio o área donde se llevaron a cabo los diferentes mantenimientos asignados y allí mismo se observaron las tareas que debieron ser ejecutadas sobre cada equipo así como también los registros de las novedades encontradas durante el proceso, el responsable del área o servicio aprueba el trabajo realizado y de esta forma se da final el proceso, es así como VHM por medio de LIPA tiene el seguimiento de todas las actividades sobre los equipos.

En la figura 64, se puede apreciar un histórico de mantenimiento preventivo registrado en LIPA, donde se evidencia la información recopilada durante el presente año, pero para el análisis de esta información solo se tiene en cuenta el mes de inicio de la pasantía hasta el mes actual, es decir, el periodo de tiempo de junio a noviembre.

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

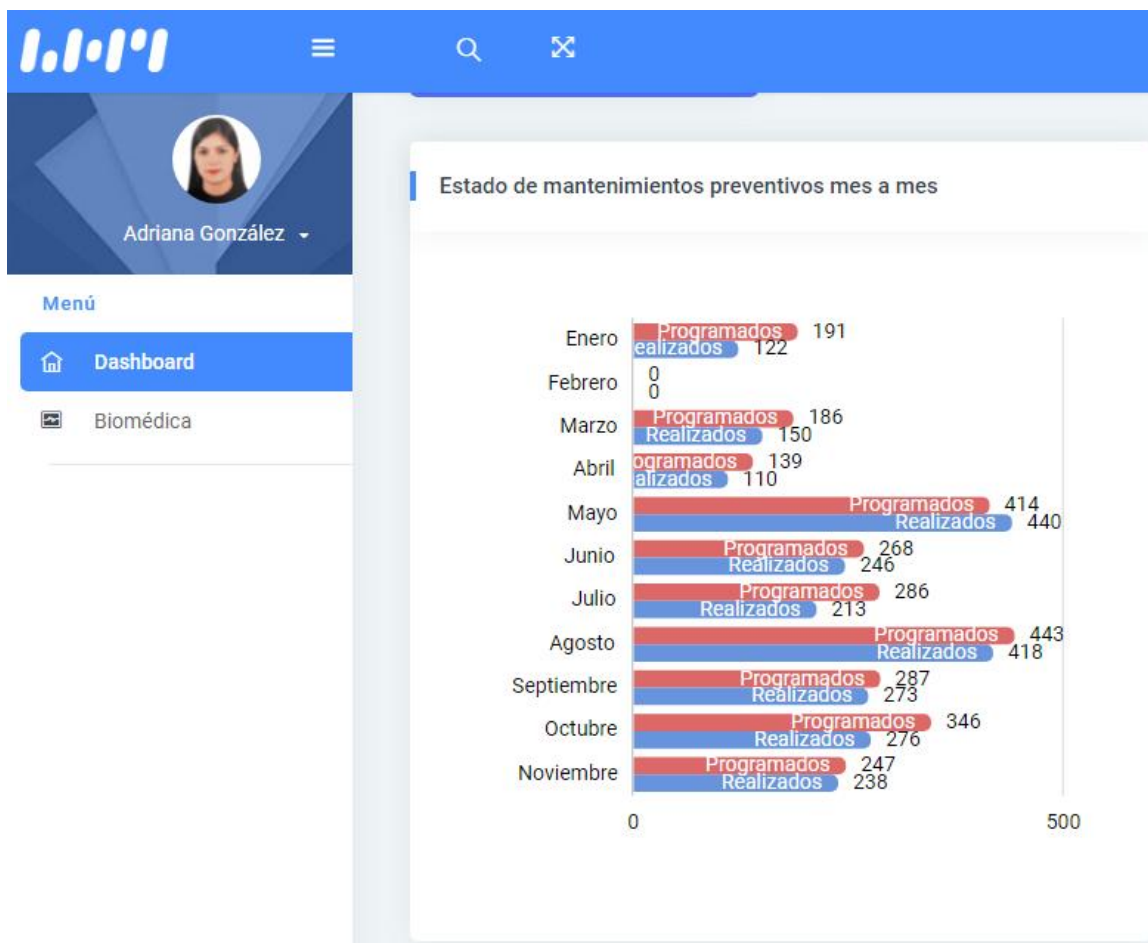


Figura 64. Estado de mantenimiento preventivo mes a mes generado por LIPA (Autor)

Cómo se puede observar en la figura 64, mes a mes se muestra una barra en color rojo que representa los mantenimientos programados y una barra azul la cual representa los mantenimientos realizados sobre los equipos, dicha figura refleja que todos los meses se ejecutaron las acciones de mantenimiento cumpliendo en su gran mayoría con el umbral de equipos requeridos, por ejemplo, en el mes de junio se programó el mantenimiento preventivo a 268 equipos distribuidos en los diferentes servicios asistenciales correspondientes a ese mes, de los cuales se realizó el mantenimiento a 246 equipos, lo que representa un cumplimiento del 92% y así sucesivamente con todos los equipos mes a mes.

Conclusión:

Según el reporte generado por lipa y la distribución del tiempo del servicio de mantenimiento, se puede concluir que durante el desarrollo de la pasantía se cumplió con la mayoría de tareas y actividades asignadas sobre cada equipo, lo que evidencia que, gracias al desarrollo organizado de las responsabilidades asignadas, se puede dar el cumplimiento de la mayoría de las tareas incluso cuando la gestión incluye una gran cantidad de equipos biomédicos.

7.3.2. Ejecución de mantenimiento correctivo

Así como se registra el seguimiento de las actividades de mantenimientos preventivo desde LIPA también se lleva el control de los reportes de mantenimiento correctivo y se puede observar un análisis de esta información en la figura 65.

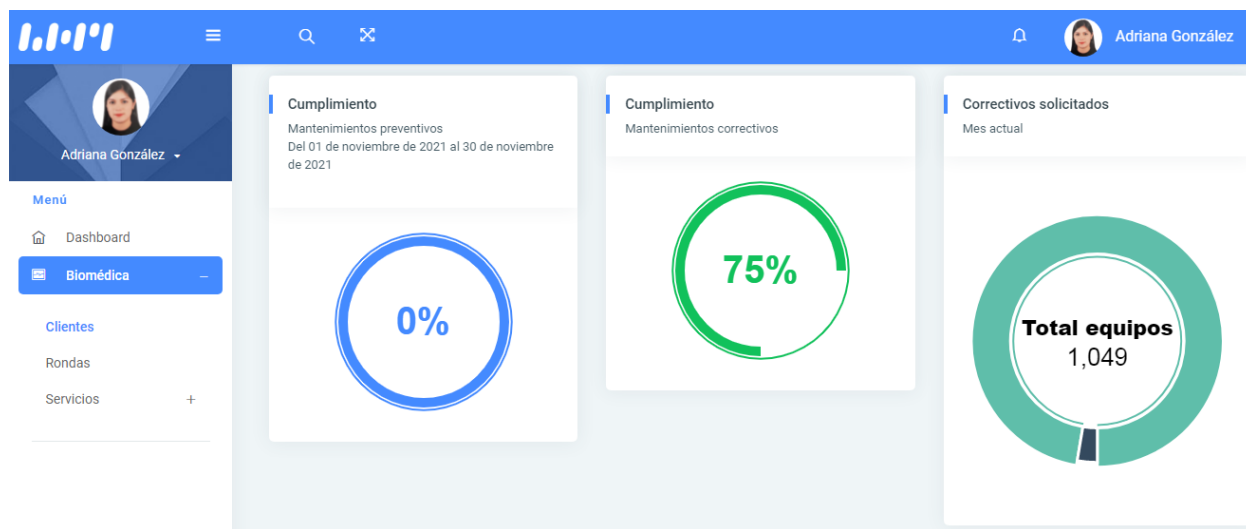


Figura 65. Estado de mantenimiento correctivo desde LIPA (Autor)

Los reportes de mantenimiento correctivo gestionados desde se establecen mes a mes, en la figura 65, se logra observar que en el mes de noviembre se tiene un reporte de correctivos en 19 equipos del cual se les dio cumplimiento al 75% de ellos.

Conclusión:

Es importante resaltar que en temas de reporte de fallas imprevistas los tiempos de solución en ocasiones puede tomar algo de tiempo debido a la gravedad de la falla, sin embargo, las cifras registradas en LIPA evidencian que mes a mes la mayoría de los requerimientos para servicio de mantenimiento correctivo son efectivos, y también refleja que dada la gran cantidad de equipos biomédicos siendo 1.049 en total, los reportes se reducen a muy pocos, lo que deja como conclusión que la gestión de mantenimiento preventivo sobre los equipos biomédicos es efectiva.

7.4. Evaluación de los objetivos

Tomando como base el desarrollo del proyecto y los resultados descritos anteriormente, se logra evidenciar que los objetivos establecidos fueron desarrollados satisfactoriamente, siendo esta sección la evaluación de cada uno

Objetivo 1. Se realizó la clasificación de los diferentes equipos y dispositivos biomédicos tomando como base el aspecto cualitativo de cada uno, esta clasificación se llevó a cabo mediante una base de datos realizada en Excel, donde la información que está allí presente fue extraída en actividades del desarrollo de la práctica, así como del software LIPA

Objetivo 2. Se realiza el estudio de los protocolos de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, tomando como referencia las actividades establecidas desde LIPA para casos de mantenimiento preventivo, así como el estudio de los documentos de investigación referente al tema de mantenimiento correctivo.

Objetivo 3. Se da cumplimiento a este objetivo evidenciando en este documento todas las tareas desarrolladas en el periodo en que se realizó la pasantía, dando apoyo al servicio de mantenimiento en todas las tareas que fueran requeridas

Objetivo 4. Se plantea una propuesta que servirá de apoyo a la gestión de mantenimiento que se realiza en el HSJD Pamplona.

7.5. Síntesis

Este capítulo contiene los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto y el análisis de dicha información, donde cada sección muestra los resultados de los objetivos planteados

CONCLUSIONES

- Es importante identificar y conocer las principales características de los equipos y dispositivos biomédicos, modo de operación y funcionamiento, con la finalidad de recopilar información para la respectiva clasificación tanto del nivel de riesgo como el tipo de falla que estos puedan presentar, al realizar la diferenciación de los equipos mediante una base de datos, estos últimos aspectos son necesarios para identificar cuáles equipos requieren mayor prioridad y atención a la hora de realizar actividades de mantenimiento, el cuidado que se debe tener sobre los mismos y para identificar los protocolos adecuados que le serán ejecutados.
- Como parte del estudio, el aspecto central está basado en conocer y entender las principales características del mantenimiento que se puede efectuar a un equipo biomédico, tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo juega un papel fundamental a la hora de prestar un servicio de calidad, ya que con estos se garantiza la funcionalidad del equipo, por este motivo, el estudio de los protocolos en las actividades de mantenimiento preventivo sirven de apoyo, ya que se cuenta con un paso a paso establecido de lo que cada equipo requiere con el fin de evitar y prevenir fallas, y al realizar el estudio en aspectos de protocolos de mantenimiento correctivo la información no se presenta de forma estandarizada ni concreta, lo que implica que eventualmente se realicen acciones no planificadas y con índole de urgencia.
- Ejecutar las actividades de mantenimiento lleva consigo una serie de tareas y responsabilidades, como se menciona en el desarrollo del proyecto, el software LIPA sirve de apoyo a la hora de gestionar las actividades correspondientes a mantenimiento preventivo en cada equipo gracias a las tareas que se encuentran preestablecidas, tomando como referencia los resultados obtenidos, se logra evidenciar que al realizar las actividades de forma organizada se puede cumplir con las metas establecidas mes a mes; y a pesar de no contar con una guía estandarizada para la ejecución de actividades o reportes de mantenimiento correctivo, se logra apreciar que en primera medida dichos reportes son atendidos satisfactoriamente y que en relación con la cantidad de equipos que dispone esta institución de salud, son relativamente pocos los reportes de mantenimiento correctivo presentados, con lo que se puede suponer que

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

las actividades de mantenimiento preventivo ejecutadas sobre los equipos con el fin de evitar y prevenir la mayor cantidad de fallas son efectivas.

- Basado en que el servicio de mantenimiento de equipos biomédicos de la E.S.E. Hospital san Juan de Dios de Pamplona no cuenta con un manual o una guía unificada de los protocolos o actividades a seguir ante un reporte de mantenimiento correctivo, se hace necesario contar con algún tipo de documento que contenga información generalizada acerca de las fallas en los principales equipos, con el fin de tener un punto de partida cuando ocurra alguna eventualidad, la propuesta de implementación de un manual de protocolos de mantenimiento correctivo podría traer ventajas al servicio de mantenimiento en cuanto al tiempo de solución o atención de dicho reporte así como una solución eficaz y efectiva sobre el equipo.

REFERENCIAS

- aner, S. U. (2020). *¿Que es mantenimiento correctivo?* Recuperado el 22 de November de 2021, de *¿Que es mantenimiento correctivo?*: <https://www.aner.com/blog/mantenimiento-correctivo.html>
- Aula21. (2020). *Mantenimiento Correctivo ¿Que es y donde se aplica?* Recuperado el 22 de November de 2021, de *Mantenimiento Correctivo ¿Que es y donde se aplica?*: <https://www.cursosaula21.com/que-es-el-mantenimiento-correctivo/>
- Botero, C. (1991). *Manual de mantenimiento*. Obtenido de <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/1550>
- Cataño Ospina, G. (2021). *Plan de mejora para la gestión de la tecnología de equipos biomédicos en la empresa Saludtrec SAS*. Obtenido de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/18301>
- Gil Jiménez, N. D. (s.f.). *Realización de mantenimiento preventivo y correctivo de dispositivos médicos e industriales en las ESE donde ARKYMED EQUIPOS SAS presta sus servicios*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/19391>
- Gobierno Nacional, F. (2021). *Decreto 2078 de 2012*. Recuperado el 27 de November de 2021, de *Decreto 2078 de 2012*: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=66709>
- Gobierno Nacional, F. p. (2021). *Ley 100 de 1993*. Recuperado el 27 de November de 2021, de *Ley 100 de 1993*: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=5248>
- INVIMA. (2021). *Dispositivos medicos y equipos biomedicos*. Recuperado el 27 de November de 2021, de *Dispositivos medicos y equipos biomedicos*: <https://www.invima.gov.co/dispositivos-medicos-y-equipos-biomedicos>
- INVIMA, I. N. (2021). *ABC de Dispositivos medicos*. Recuperado el 27 de November de 2021, de *ABC de Dispositivos medicos*
- Mahecha Díaz, O. O., & others. (2017). *Propuesta metodológica de mantenimiento preventivo aplicado a equipos biomédicos críticos de la Secretaría de Salud de Cundinamarca CRUE*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/14651>
- ManualMantenimientoPreventivoplanificado. (1999). *Proyecto de Mantenimiento Hospitalario*. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/manual-de-mantenimiento-preventivo-planificadopdf.html>

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



- MindeSalud. (2021). *Dispositivos medicos y equipos biomedicos*. Recuperado el 2 de November de 2021, de Dispositivos medicos y equipos biomedicos:
<https://www.minsalud.gov.co/salud/MT/Paginas/dispositivos-medicos-equipos-biomedicos.aspx>
- MinisterioDeLaProteccionSocial. (2005). *Decreto Numero 4725 de 2005*. Recuperado el 22 de November de 2021, de Decreto Numero 4725 de 2005:
https://www.who.int/medical_devices/survey_resources/health_technology_national_policy_colombia.pdf
- MinisterioDeLaProteccionSocial. (2007). *Resolucion Numero 402 de 2007*. Recuperado el 22 de November de 2021, de Resolucion Numero 402 de 2007:
<https://www.normassalud.com/archivos/285f8e7a01879313d77ac190b169982649e54303f4dcbff74f5d298f8f830aa2>
- MinisterioDeLaProteccionSocial. (2008). *Resolucion Numero 4816 de 2008*. Recuperado el 22 de November de 2021, de Resolucion Numero 4816 de 2008:
<http://www.saludcapital.gov.co/DSP/Tecnovigilancia/Resoluci%C3%B3n%204816%20de%202008.pdf>
- MinisterioDeSalud. (2001). *Resolucion 434 de 2001*. Recuperado el 22 de November de 2021, de Resolucion 434 de 2001: <https://www.saludladera.gov.co>
- MinSalud. (2021). *Quienes somos Institucional*. Recuperado el 27 de November de 2021, de Quienes somos Institucional:
<https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Paginas/mision-vision-principios.aspx>
- Mora, L. A. (2009). *Mantenimiento-planeación, ejecución y control*. Alfaomega Grupo Editor.
- Muñoz Salazar, K. E., & others. (2008). *Manual de protocolos de mantenimiento de equipos biomédicos para el hospital Susana López de Valencia ESE*. B.S. thesis, Universidad Autónoma de Occidente. Obtenido de <https://red.uao.edu.co/handle/10614/6063>
- Murillo, W. O., & Mancera, F. M. (2013). Caracterización de la gestión de mantenimiento de equipo biomédico en servicios de urgencia de clínicas y hospitales de Medellín en el período 2008-2009. *Ciencias de la salud*, 11, 35–44.
- organizacion panamericana de la salud OPS. (2021). *Dispositivos medicos*. Recuperado el 27 de November de 2021, de Dispositivos medicos:
<https://www.paho.org/es/temas/dispositivos-medicos>
- Primero. J.C. Diaz, D. F., & L.F. García, A. G.-V. (2015). Manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biomedicos en la fundacion valle del lili. *Revista Ingenieria Biomedica*, 9, 81–87. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5778610>

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

- PROPYMES. (2014). Ingenieria de mantenimiento - analisis de fallas. *Programa gestion de mantenimiento*. Obtenido de <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/modulo-iv-ingenieria-de-mantenimiento-a.-de-Fallas.pdf>
- Revuelta Galván, K. R. (2021). Mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipos biomédicos e industriales de uso hospitalario. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/35577>
- RODRIGUEZ. J.A, T., & MARTIN PEREDA. I, E. S. (s.f.). Teoria de errores - Caracterizacion de la medida.
- Sexto, L. (2017). Tipos de mantenimiento: cuantos y cuales son. *Revista Mantenimiento en Latinoamerica*.(9), 4, 14–17. Obtenido de http://www.mantenimientomundial.com/notas/SEXTO_Tipos-Mantenimiento.pdf
- sistema unico de informacion normativa SUIN. (2004). *Decreto 919 de 2004*. Recuperado el 22 de November de 2021, de Decreto 919 de 2004
- Velazco Aldana, I. X. (s.f.). Normas legales a partir de la constitucion politica colombiana - Dispositivos medicos. Recuperado el 22 de November de 2021

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Anexo 2. Formato hoja de vida de equipos biomédicos

 Gobernación de Norte de Santander		E.S.E. HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS PAMPLONA FORMATO HOJA DE VIDA EQUIPOS BIOMEDICOS				
		Código: F-01-01-01 v00		Página 1 de 1		
NOMBRE DEL EQUIPO				Imagen de referencia		
1. UBICACIÓN						
UBICACIÓN		Área donde se encuentra el equipo				
DIRECCIÓN		Camera 9a # 5-01 Barrio Ursua – Principal	TELÉFONO			5082436
2. REGISTRO HISTÓRICO						
Forma de adquisición: Numero de activo: CONDICIONES DE COMPRA Fecha de instalación: Condición de recepción: DATOS DEL EQUIPO Marca: Modelo:		R Invima: Serie: Propiedad: Lic. de funcionamiento: Costo: COP		Fabricante: Tel: Ciudad: Representante: Tel: Ciudad:		
3. REGISTRO DE APOYO TÉCNICO				5. REGISTRO TÉCNICO		
MANUALES		PLANOS		USOS		
Operación		Mecánicos		Básico		
Mantenimiento		Electrónicos		Apoyo		
Partes		Hidráulicos		CLASE DE RIESGO Clase I		
Despieces		Neumáticos				
4. COMPONENTES Y ACCESORIOS DEL EQUIPO				6. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO		
Descripción		Marca		Modelo		
Serial						
7. MANTENIMIENTO						
PERIODICIDAD DEL MANTENIMIENTO						
REQUIERE CALIBRACIÓN		PERIODICIDAD DE CALIBRACIÓN				
Elaboró:		Revisó:		Aprobó:		
BIOMEDICO		COMITÉ DE CALIDAD		GERENCIA		
Fecha: Diciembre 2020		Fecha: Diciembre 2020		Fecha: Diciembre 2020		

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Anexo 4. Formato Rutina de verificación diaria

 Gobernación de Norte de Santander	RUTINA DE VERIFICACIÓN DIARIA		
	Código: FR-GTL-01-01 v.00	Página 1 de 1	





ÁREA/SERVICIO	FECHA	EQUIPO	MARCA/SERIE	CAUSA DE REPORTE O DAÑO	FIRMA



EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP



Anexo 5. Ejemplo de formato de mantenimiento preventivo

Reporte de mantenimiento preventivo generado desde LIPA ®

	GESTION LOGISTICA		Version: 01	F-GL-02-05
	FORMATO MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Fecha de Aprobacion: 01-03-2019	
	E.S.E. Hospital San Juan de Dios Pamplona		1 de 1	
Monitor de Signos Vitales				
Marca	EDAN	Centro de Salud / IPS	Pamplona	
Modelo	IM70	Área	Urgencias - Reanimación	
Serie	M18708180007	Ubicacion	Pamplona - NORTE DE SANTANDER	
Inventario	16,URG.000003	Codigo	HSDPP0159	
Actividades		Realizado		
Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)		✓		
Verificar el sistema de alarmas en cada módulo.		✓		
Limpieza integral externa del equipo		✓		
Limpieza de accesorios		✓		
Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación		✓		
Inspección física y funcional del equipo (Carcasa, batería, accesorios y conexiones al paciente, cable de red, interruptor, etc.)		✓		
Inspección de botones de control y display de visualización		✓		
Repuestos y/o insumos usados		Unidad	Repuesto / Insumo	
Observaciones: El equipo funciona correctamente				
Fecha de Realización: jueves, 19 de agosto de 2021				
Ejecutado por: Tatiana Katerine Isidro Correa 		Aprobado por: Tatiana Katerine Isidro Correa 		Responsable del Área: Jairo Contreras 

EJECUCION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN HSJDP

Anexo 6. Formato de actividad de mantenimiento

 Gobernación de Norte de Santander	E.S.E. HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS PAMPLONA		
	FORMATO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
	Código: F-GT-01-01 - 01 v00	Página 1 de 1	

U.B.A/I.P.S:		Marca:		Inventario:	
Fecha:		Modelo:		Área:	
Equipo:		Serie:		Ubicación:	
MANTENIMIENTO	Correctivo:		Instalación:		Desmontaje:
	Otro:				

TRABAJO REALIZADO	

REPUESTOS Y/O INSUMOS UTILIZADOS	
Cantidad	Descripción

OBSERVACIONES GENERALES	
Ejecutado por:	Aprobado por: