



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM–Estelí

Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí, durante el II semestre del 2017

Trabajo de seminario de graduación para optar

al grado de

Ingeniero en la Carrera de Ingeniería Industrial

Autores

Br. Escarleth Sarahy Arvizu Morán

Br. Dania Lisseth Alaniz Talavera

Br. Isamara Francisca Bravo Contrera

Tutor

Msc. Wilfredo Van de velde

Asesor

Ing. Luis Lorenzo Fuentes

Estelí, 31 de enero de 2018



AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Primeramente por ser el dador de toda sabiduría, entendimiento, fuerza y fe para lograr esta meta que teníamos trazada en cada una de nuestras vidas.

A nuestros padres:

Por el apoyo incondicional que nos brindaron en cada etapa que nos condujo a la culminación de nuestra meta.

Al personal de mantenimiento del Hospital Escuela San Juan de Dios

Por habernos dado la oportunidad de desarrollar nuestro tema de investigación brindándonos la información requerida.

A la universidad y docentes

A la universidad por habernos dado la oportunidad de ser parte de la comunidad universitaria donde adquirimos las bases para ser profesionales competentes. También agradecemos a los docentes por guiarnos en todos y cada uno de nuestros pasos a lo largo de nuestra formación universitaria.

RESUMEN

El mantenimiento es considerado hoy en día un factor estratégico cuando se busca incrementar los niveles de productividad, calidad y seguridad en cualquier tipo de empresa. Debido a la gran cantidad de información que se necesita tener organizada y actualizada para llevar a cabo una buena gestión de mantenimiento resulta necesario auxiliarse de un sistema computarizado que permita documentar y mantener accesible toda esa información.

El presente trabajo de Seminario de Graduación consistió en el diseño de un software de mantenimiento para el manejo eficiente de información y optimización de las tareas de planificación, programación y control de mantenimiento de equipos biomédicos. El software ha sido previsto para el área de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí.

La investigación incluye la problemática y los diferentes elementos que describen la forma en que se realizó el análisis, de tal manera que se tuviera claramente definido el objetivo a alcanzar y los medios a utilizar para dicho propósito, el cual es dar una solución automatizada, al proceso de control de inventario de equipos biomédicos y programas que actualmente se emplean de manera manual en la gestión administrativa de mantenimiento tales como el preventivo y correctivo.

SUMMARY

Maintenance is considered today a strategic factor when looking to increase levels of productivity, quality and safety in any company. Due to the large amount of information needed to have organized and updated to carry out a good maintenance management is necessary to draw on such a computerized system that allows document and maintain all that information accessible.

This Seminar graduation work consisted design software maintenance for efficient information management and optimization of planning, scheduling and control of maintenance of biomedical equipment. The software has been planned for the area Neonatal Intensive Care (NICU) of the Hospital San Juan de Dios of Estelí.

Research includes the problem and the different elements that describe how the analysis, so that had clearly defined the objective to be achieved and the means used for this purpose was performed, which is provide an automated solution to process inventory control biomedical equipment and programs currently used manually in the administrative management of maintenance such as preventive and corrective.

Índice

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	2
1.1.1 Estudios Anteriores.....	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Preguntas Problemas.....	3
1.4 Justificación	4
1.5 Objetivos	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Unidad de cuidados intensivos neonatal (UCIN).....	6
2.2 Definición de términos.....	13
2.3 Mantenimiento Industrial	14
2.3.1 Conservación industrial.....	14
2.3.2 Tipos de mantenimiento.....	19
2.3.3 Organización funcional del departamento de mantenimiento	21
2.3.4 Herramientas de programación para el mantenimiento	26
2.3.5 Herramientas para la solución de problemas del mantenimiento	32
2.3.6 Formatos aplicativos para la administración del mantenimiento	34
2.3.7 Cálculos de la frecuencia para el mantenimiento	40
2.4 Creación del software de mantenimiento	43
2.4.1 Elección del lenguaje de programación	43
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	48
3.1 Ubicación del área de estudio	48
3.2 Tipo de estudio.....	49
3.3 Tipo de enfoque	49
3.4 Universo, Población y Muestra.....	50
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	50
3.6 Etapas de la investigación	51

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
4.1 Levantamiento del inventario técnico	53
4.2 Estructura del procedimiento de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en el área de UCIN	56
4.2.1 Análisis de la entrevista	56
4.2.2 Análisis de encuesta	57
4.2.3 Generalidades del departamento de mantenimiento.....	64
4.2.3.1 Organigrama del departamento de mantenimiento.....	65
4.2.4 Diagrama de causa-efecto	66
4.2.5 Mantenimiento preventivo	67
4.2.6 Mantenimiento correctivo	72
4.3 Propuesta del software para administrar las actividades de mantenimiento del área UCIN del Hospital Escuela San Juan de Dios	76
4.3.1 Requerimientos para crear el sistema	77
4.3.2 Funciones a desarrollar del sistema	78
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	80
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES	82
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	83
CAPÍTULO VIII. ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS, DIAGRAMAS Y TABLAS

Figura 1. Cuna térmica	7
Figura 2. Ventilador	7
Figura 3. CIPAP	8
Figura 4. Incubadora Móvil	9
Figura 5. Monitor de signos vitales	10
Figura 6. Nebulizador Fuente: internet	10
Figura 7. Bomba de Infusión	11
Figura 8. Máquina de fototerapia.....	11
Figura 9. Aspirador	12
Figura 10. RX portable	12
Figura 11. Evolución del mantenimiento industrial	15
Figura 12. Taxonomía de la conservación	15
Figura 13. Clasificación de la taxonomía de la conservación	16
Figura 14. Esquema de los tipos de mantenimiento.....	19
Figura 15. Esquema del proceso de mantenimiento	25
Figura 16. Diagrama de Gantt	26
Figura 17. Diagrama de Gantt (camino Crítico) Fuente: Internet.....	28
Figura 18. Ciclo del PERT-CPM.....	28
Figura 19. Tiempos de buen funcionamiento ((TBF) y tiempos de averías (TA)	29
Figura 20. Esquema de los parámetros que caracterizan la vida de un equipo	30
Figura 21. Fiabilidad de un sistema en serie	31
Figura 22. Fiabilidad de un sistema en paralelo	31
Figura 23. Diagrama de Ishikawa	32
Figura 24. Diagrama de Pareto	33
Figura 25. Formato de Hoja de vida	35
Figura 26. Orden de trabajo	37
Figura 27. Hoja de inventario	38
Figura 28. Ubicación geográfica del Hospital Escuela San Juan de Dios, Estelí	48
Figura 29. Organigrama del departamento de mantenimiento e ingeniería	65
Figura 30. Programa de Visual Studio para crear la interfaz de GMAO 1.0	78
Figura 31. Programa MYSQL para la creación de la base de dato de GMAO 1.0	78
Figura 32. Pantalla de acceso al Software	79
Figura 33. Pantalla Principal de menú del Software	79
Figura 34. Lámpara fototerapia.	106
Figura 35. Hospital Escuela San Juan de Dios	106
Figura 36. Bomba de inyección. Fuente: Hospital Escuela San Juan de Dios	106

Figura 37. Ventilador	107
Figura 38. Incubadora. Fuente: Hospital Escuela San Juan de Dios	107
Figura 39. Pantalla de inicio	6
Figura 40. Menú principal	7
Figura 41. Barra de Menú	7
Figura 42. Ítem menú desplegable del personal.....	8
Figura 43. Interfaz datos personales de los empleados	9
Figura 44. Ítem desplegable de proveedores	10
Figura 45 Registro de Proveedores.....	10
Figura 46 Ítem del menú desplegable de registro de equipos	11
Figura 47 Registro de inventario	11
Figura 48 Hoja de vida del equipo.....	12
Figura 49 Plan de Mantenimiento.....	14
Figura 50 Emisión de Orden de Trabajo	14
Figura 51 Emisión de Orden de Trabajo	15
Figura 52 Cierre de Orden de trabajo.....	17
Figura 53 Mantenimiento y recordatorio.....	18
Figura 54 Eventos	20
Figura 55 Reportes.....	21
Figura 56 Reporte de Inventario.....	21
Figura 57 Reporte de inventario de rutina crítica.....	22
Figura 58 Ítem de menu desplegable de usuario	22
Figura 59 Registro de Usuarios.....	23
Figura 60 Cambiar mi contraseña	24

Gráfico 1. Conocimiento acerca de la existencia de a existencia del programa de mantenimiento.....	57
Gráfico 2. Control de la información de las inspecciones preventivas Fuente: Elaboración propia	58
Gráfico 3. Formatos aplicativos para el registro de las actividades de mantenimiento	58
Gráfico 4. Accesibilidad de la información.....	59
Gráfico 5. Cumplimiento de las tareas de mantenimiento	59
Gráfico 6. Deficiencias a la hora de operar los equipos	60
Gráfico 7. Disposición de un trabajo programado de mantenimiento	60
Gráfico 8. Implementación de un sistema aplicativo	61
Gráfico 9. Dependencia del mantenimiento para la eficiente atención de los pacientes	62
Gráfico 10. Participación de los enfermeros en la gestión del mantenimiento	62
Gráfico 11. Tiempo de respuesta ante una falla.....	63

Gráfico 12. El trabajo de mantenimiento correctivo es satisfactorio	63
Gráfico 13. Capacitación para la debida manipulación de los equipos	64

Tabla 1. Levantamiento de inventario en el área de UCIN Fuente: Elaboración propia	55
Tabla 2. Formato de entrevista.....	86
Tabla 3. Formato de encuesta a los técnicos de mantenimiento Fuente: Elaboración propia	87
Tabla 4 Hoja de Vida del CIPAP	91
Tabla 5 Hoja de Vida del Nebulizador	92
Tabla 6 Hoja de Vida de la Incubadora de Transporte	93
Tabla 7 Hoja de Vida de la Succión	94
Tabla 8 Hoja de Vida de la Máquina de Fototerapia	95
Tabla 9 Hoja de Vida del Aspirador	96
Tabla 10 Hoja de Vida del RX Portátil	97
Tabla 11 Hoja de Vida de la Incubadora	98
Tabla 12 Hoja de Vida de la Bomba de Infusión	99
Tabla 13 Hoja de Vida del Ventilador Portátil	100
Tabla 14 Rutina de Mantenimiento de la Bomba de Infusión	101

Diagrama 1 Diagrama de Causa-Efecto.....	66
Diagrama 2. Desarrollo del procedimiento de mantenimiento preventivo mediante la rutina de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia	70
Diagrama 3. Diagrama de Gantt del mantenimiento preventivo del Hospital San Juan de Dios	71
Diagrama 4. Desarrollo del mantenimiento correctivo en el Hospital Escuela San Juan de Dios	74
Diagrama 5. Diagrama de Gantt del mantenimiento correctivo del Hospital San Juan de Dios	75

AFNOR: Asociación francesa de normalización

CPM: Método del camino crítico

ECG: Electrocardiograma

EEG: Electroencefalografía

GE: Gestión de Equipos

GMAO: Gestión de mantenimiento asistido por ordenador

GTS: Gestión de tecnologías sanitarias

LPM: Lines Per Minute

Mtto: Mantenimiento

OMS: Organización mundial de la salud

PERT: Técnica de revisión y evaluación de programas

PPM: Partes Por Millón

QRS: Repuesto de reacción rápida

SP: Sistemas Productivos

SvO2: Saturación venosa de oxígeno

SG2: Aceite diferenciales para motores diésel de 2 tiempos

TcpO2: Oxígeno transcutáneo

TcpCO2: Dióxido de carbono transcutáneo

TPM: Mantenimiento preventivo total

UCIN: Unidad de cuidados Intensivos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas computarizados se han convertido en un elemento muy importante para el desarrollo productivo y eficiente de las empresas e instituciones que están dedicadas a brindar servicios a la población debido a que el empleo de estos sistemas facilita el desempeño laboral en cuanto al manejo y accesibilidad a la información, control de datos estadísticos, y otras actividades que se realizan en las empresas e instituciones.

En este trabajo de investigación se abordó el tema de mantenimiento industrial como una herramienta importante en el mejoramiento continuo para la conservación de los equipos biomédicos. Teniendo como reto principal la creación de un software, destinado a optimizar la gestión de mantenimiento. Ya que se puede inferir que el mantenimiento se caracteriza por su alta complejidad y un gran volumen de datos que se deben dominar para una buena toma de decisiones, con la finalidad de obtener una gestión adecuada.

Todo análisis requiere de un marco teórico base que fundamente la investigación realizada de tal forma que le dé la veracidad y objetividad que se requiere, por lo cual se expone de forma explícita textos bibliográficos de temas relacionados con la gestión del mantenimiento y creación de software. La determinación de la aplicabilidad del objetivo principal de la investigación, se desarrolló de forma clara, con el fin de tener como resultado una herramienta que permitirá controlar los activos informáticos destinados a optimizar los flujos de información administrativa de mantenimiento del hospital, de manera eficiente, confiable y segura.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Estudios Anteriores

Para fundamentar nuestro tema investigativo se tomaron en cuenta estudios anteriores realizados en la institución en estudio encontrando la investigación de Acevedo Juárez Leonel Josward (et al) 2016, hace un estudio realizado en el área generador de vapor del Hospital Escuela San Juan de Dios de la ciudad de Estelí, Nicaragua donde básicamente presentan la elaboración de una propuesta del plan de mantenimiento preventivo dirigido al generador de vapor Vulcano-SADECA Modelo DDH-20.

Así mismo otro trabajo investigativo relacionado con el desarrollo de un aplicativo informático fue el de Moreno Gutiérrez Enma Janareth (et al) 2015, realizaron su trabajo de fin de carrera que consistió en la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo en la empresa bordados Nicaragua de la ciudad de Estelí aplicado a una máquina bordadora automática computarizada.

1.2 Planteamiento del problema

La gestión del mantenimiento que se lleva a cabo en el Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí actualmente está fundamentado en un plan basado en hojas de vida, ordenes de trabajo y en rutinas de mantenimiento planificados para cada uno de los equipos biomédicos.

Un punto muy importante de resaltar es que estos datos se manejan de manera manual haciendo un uso inadecuado del papel lo que incurre en gastos innecesarios.

El problema que sobresale es que no existe un sistema de mantenimiento planeado mediante el cual se garantice la disponibilidad y fiabilidad de los equipos biomédicos, debido a que el departamento de mantenimiento carece de una base de datos en donde se almacene todos los registros de los equipos y las actividades de preservación que se emplean, de manera tal que el seguimiento del plan de gestión es deficiente ocasionando problemáticas para mantener al día el sistema de

mantenimiento y lograr cierto nivel de control ya que no se tiene a la mano información eficiente y oportuna de cada uno de los equipos biomédicos.

1.3 Preguntas Problemas

1. ¿Cómo elaborar un sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora para la preservación de los equipos biomédicos en el área de UCIN del Hospital San Juan de Dios de la ciudad de Estelí?
2. ¿Con qué equipos biomédicos cuenta el área de UCIN del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí?
3. ¿Cómo se realizan los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo en el área de UCIN que garantice la fiabilidad y disponibilidad de los equipos?
4. ¿De qué manera la implementación de un software ayudaría a sistematizar las actividades de mantenimiento en el área de UCIN?
5. ¿Cómo elaborar un manual de usuario?

1.4 Justificación

Es muy común en nuestros medio relacionar al hospital como una entidad a donde se recurre con la finalidad de recuperar la salud y por lo tanto dicha relación se ajusta al pensamiento que ahí se encontraran médicos, enfermeras, medicinas y en alguna medida equipos que facilitaran dicha labor, por lo que no se puede pasar desapercibido que la eficiencia con que se atienda a los pacientes de un hospital dependerá en gran parte del mantenimiento de los equipos biomédicos.

En los hospitales nacionales existen una serie de máquinas, equipos y herramientas que son relevantes para prestar el debido servicio a la población por lo que es necesario llevar una correcta administración del mantenimiento. Es oportuno mencionar que no tener confiables los equipos biomédicos pone en riesgo de paro total o parcial al área o especialidad en donde se requieran, pudiéndose darse el caso de paro total del servicio médico que se esté ofreciendo, ocasionando que se pongan en riesgo vidas humanas.

Actualmente la gestión del mantenimiento ha evolucionado de forma dinámica y permanente con la aparición de sistemas de gestión asistida por computador que viene a captar, almacenar, procesar y generar información que permita conocer de forma oportuna los detalles de actividades de los trabajos que se realizan.

Desde esta perspectiva, el enfoque de optimización de los procesos de mantenimiento conduce a replantear la manera en que debe llevarse a cabo las tareas de conservación, haciendo uso de las nuevas tecnologías por ende se ha tomado la decisión de desarrollar un software lo que implica un reto para desplegar un sistema informático que permita un trabajo de mantenimiento óptimo.

Esta decisión va acompañada con la firme convicción de que al desarrollar este sistema en intensa relación con el usuario, permita mejorar disponibilidad y el control de registro de los equipos biomédicos a través de la planificación anticipada de las actividades de mantenimiento mediante el software, además de tener a la mano la información oportuna de cada uno de ellos.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Diseñar un software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por computador en la Unidad de Cuidados Intensivo Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí, durante el II semestre del 2017

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar un inventario técnico de los equipos biomédicos del área UCIN
- Estructurar procedimientos de mantenimiento de los equipos biomédicos
- Proponer un software para administrar las actividades de mantenimiento
- Proporcionar un manual de usuario para el uso del software

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Para respaldar el presente trabajo de investigación se considera importante presentar los antecedentes en cuanto a nuestra área de estudio, bases teóricas en materia de mantenimiento como también información relevante en cuanto al diseño del software.

2.1 Unidad de cuidados intensivos neonatal (UCIN)

La unidad de cuidados intensivos neonatal es el lugar donde el recién nacido permanece durante días, semanas o incluso más tiempo, dependiendo del grado de prematuridad del bebé. Se trata de un departamento o área del hospital donde se cuida a los recién nacidos que sufren complicaciones médicas o a los bebés que han nacido de manera prematura. Aquí se les proporcionará un entorno óptimo para el crecimiento hasta que finalmente puedan marcharse a casa.

Los avances en los cuidados neonatales (desde la cantidad de oxígeno suministrado por medio de la ventilación hasta la monitorización de la temperatura de los neonatos) han contribuido a eliminar algunas de las dudas y preocupaciones sobre la UCI neonatal. Dichas innovaciones han logrado que el proceso de cuidados de un bebé prematuro sea más seguro y completo que nunca. (Babyfirst, 2012)

El área de cuidados intensivos neonatal del Hospital Escuela San Juan de Dios actualmente cuenta con cincuenta y nueve equipos biomédicos entre los que destacan: cunas térmicas, ventiladores, CPAD, incubadoras de transporte, monitores de signos vitales, nebulizadores, bombas de jeringa, fototerapias, aspiradores y RX portátiles.

- **Cunas térmica:** Cuna especialmente diseñada para ayudar al recién nacido en su termorregulación mediante un foco de calor radiante y colchón térmico controlado a través de termóstatos y reguladores, son aparatos médicos

diseñados especialmente para mantener la temperatura corporal de 36 a 37°C, algo muy similar con lo que ocurre con las incubadoras.



Figura 1. Cuna térmica
Fuente: Tomado de internet

- **Ventilador:** Se puede definir como un equipo médico diseñado para mover aire hacia dentro y fuera de los pulmones con el fin de suplir el mecanismo de la respiración de un paciente que físicamente no puede respirar o respira insuficientemente. En su forma más simple, un ventilador consiste en una turbina o un depósito comprensible, una fuente de aire y oxígeno, un conjunto de válvulas y tubos acompañado por un circuito de paciente desechable o reutilizable.



Figura 2. Ventilador
Fuente: Tomado de internet

- **CIPAP:** Sistema de soporte ventilatorio que consiste en el mantenimiento de una presión supra-atmosférica o presión positiva durante y al final de una espiración en un paciente que, como condición indispensable, respira espontáneamente. Es utilizado como instrumento principal para prevenir colapsos de las vías respiratorias que bloquean la respiración en los prematuros.



Figura 3. CIPAP
Fuente: Tomado de internet

- **Incubadora de transporte:** Cámara cerrada y transparente sobre un soporte con ruedas, a las que se accede por medio de ventanas, con paredes plásticas de una o dos capas y una base sobre la que hay un colchón aislado normalmente móvil, lleva un sistema de ventiladores que filtran, proporcionan oxígeno, humidifican y calientan el aire para ayudar al neonato en la termorregulación al poder controlar estos parámetros mediante termostatos y reguladores.



Figura 4. Incubadora Móvil
Fuente: Tomado de internet

- **Monitores de signos vitales:** Según Jorge Mírez un monitor de signos vitales es un dispositivo que permite detectar, procesar y desplegar en forma continua los parámetros fisiológicos del paciente. Consta además de un sistema de alarmas que alertan cuando existe alguna situación adversa o fuera de los límites deseados.

Dependiendo de la configuración, los monitores de signos vitales miden y despliegan ondas y/o información numérica para varios parámetros fisiológicos tales como electrocardiograma (ECG), frecuencia respiratoria, presión no invasiva (PNI), presión invasiva (PI), temperatura corporal, saturación de oxígeno (SpO₂), saturación venosa de oxígeno (SvO₂), gasto cardíaco, dióxido de carbono (CO₂), presión intracraneana (PIC), presión de gases en vía aérea (anestesia) entre otros. (González, 2010).



Figura 5. Monitor de signos vitales
Fuente: Tomado de internet

- **Nebulizador:** Un nebulizador es un aparato que divide los medicamentos líquidos en pequeñas gotas. La nube se conduce por un tubo de plástico que está unido en uno de sus extremos a la salida del aparato y en el otro a una pieza plástica que se coloca sobre la boca o se introduce en las fosas nasales.



Figura 6. Nebulizador Fuente: internet

- **Bomba de infusión:** Las bombas de jeringa administran líquidos intravenosos como antibióticos, anestesia, medicamentos anti arrítmicos y agentes quimioterápicos. Este tipo de equipo médico garantiza la entrega de volumen con alta exactitud y un flujo constante para volúmenes pequeños de agentes farmacológicos potentes, que característicamente son entregados con ajustes.



Figura 7. Bomba de Infusión
Fuente: Internet

- **Fototerapia:** El equipo de fototerapia en la unidad de cuidados intensivos neonatal es empleada para disminuir los niveles de bilirrubina en el recién nacido. La técnica consiste en colocar luz a una distancia de 30-40 cm de la superficie corporal desnuda del recién nacido previa colocación de gafas radiopacas y eliminación de cualquier crema o loción en la piel.



Figura 8. Máquina de fototerapia
Fuente: Internet

- **Aspirador:** Instrumento médico empleado para extraer una sustancia de las cavidades corporales mediante succión, como lo son las jeringas de lavado.



Figura 9. Aspirador
Fuente: Internet

- **RX portátil:** Aparato médico usado para explorar la estructura del cuerpo del prematuro, se utiliza para evaluar los pulmones, el corazón y la pared del pecho y se puede utilizar para diagnosticar la falta de aliento.

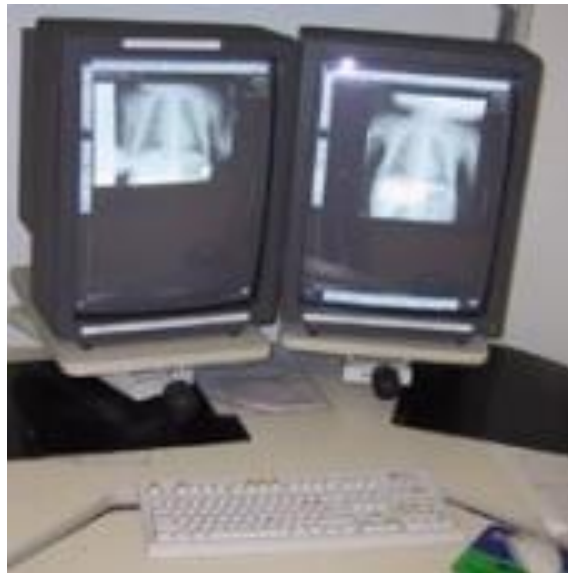


Figura 10. RX portable
Fuente: Internet

Antes de entrar en materia con referencia a teoría de gestión de mantenimiento es muy importante tener en cuenta algunos términos básicos para comprender claramente el contenido de los conceptos.

2.2 Definición de términos

2.2.1 Mantenimiento

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

La fiabilidad y la disponibilidad de una planta industrial o de un edificio dependen en gran correctivo, atendiendo sobre todo los problemas cuando se presentan, es muy posible que a corto plazo esta política sea rentable. Debemos imaginar el mantenimiento como un gran depósito. Si realizamos un buen mantenimiento preventivo medida del mantenimiento que se realice. Si el mantenimiento es básicamente, tendremos el depósito siempre lleno. Si no hacemos nada, el depósito se va vaciando, y puede llegar un momento en el que la reserva de mantenimiento, se haya agotado por completo, siendo más rentable adquirir un nuevo equipo o incluso construir una nueva planta que atender todas las reparaciones que van surgiendo. (Garrido, s.f.)

Según Santiago García un buen plan de mantenimiento es aquel que ha analizado todos los fallos posibles, y que ha sido diseñado para evitarlos. Eso quiere decir que para elaborar un buen plan de mantenimiento es absolutamente necesario realizar un detallado análisis de fallos de todos los sistemas que componen la planta.

2.2.2 Software

Equipamiento lógico e intangible que posee un dispositivo. El mismo está compuesto por programas capaces de realizar tareas específicas.

2.2.3 Base de datos

Colección de información organizada de forma que un programa de ordenador pueda seleccionar rápidamente los fragmentos de datos que necesite. Una base de datos es un sistema de archivos electrónicos. A veces se utiliza DB, de data base en inglés, para referirse a una base de datos.

2.2.4 Programación

Es el proceso de diseñar, codificar, depurar y mantener el código fuente de programas de computadora. El fin último de la programación es crear programas o software, que luego será ejecutado por otro programa o directamente por el hardware de la computadora; esta es una parte del Ciclo de vida del software. Los modelos de análisis y desarrollo general de software son estudiados por la ingeniería del software.

2.2.5 Inventario

Es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar con aquellos, permitiendo la compra y venta o la fabricación primero antes de venderlos en un periodo económico determinado.

2.2.6 Interfaz

Es el conjunto de elementos de un dispositivo que permiten al usuario la conexión de dos dispositivos de cualquier tipo capaces de transformar las señales generadas por un aparato en señales comprensibles por otro.

2.3 Mantenimiento Industrial

2.3.1 Conservación industrial

Desde el inicio de la vida humana, las herramientas fabricadas por el hombre se han perfeccionado día con día debido a que estas les permiten conseguir sus satisfactorios físicos y psíquicos. Durante la primera revolución industrial se consideró que para fabricar un producto cualquiera era necesario emplear el 90% de mano de obra y el resto lo proporcionaban las máquinas. Conforme el tiempo pasó y a través de los esfuerzos por mejorar su función haciendo las máquinas más rápidas y precisas, en la actualidad se consigue obtener un producto a servicio con máquinas que se encargan de elaborar más del 90% de éste, lo cual ha sido posible por la dedicación de la humanidad que le ha puesto el cuidado al desarrollo de las labores de sus recursos físicos, materia a la que desde sus inicios se le llamó mantenimiento.

En la siguiente tabla se muestra claramente cómo ha ido evolucionando el mantenimiento industrial en sus diferentes etapas.

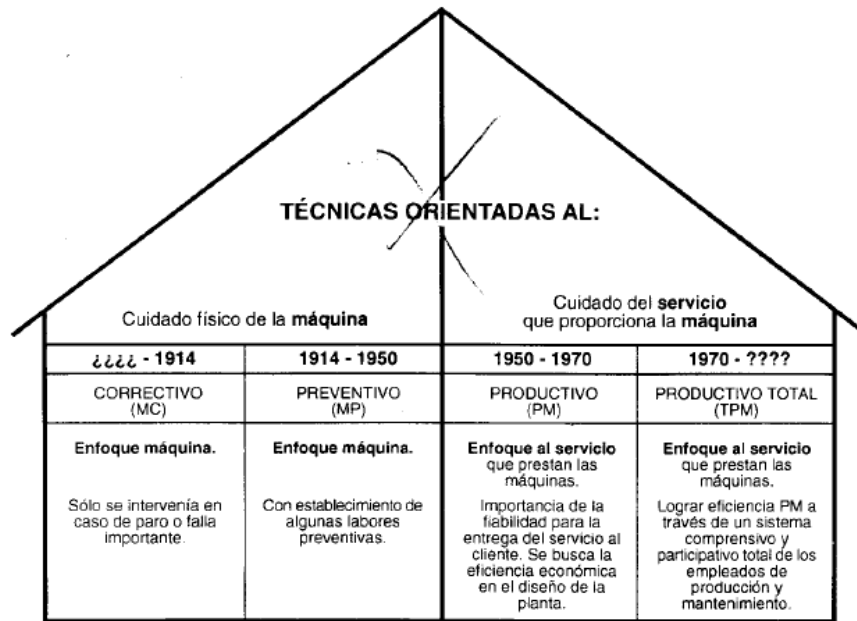


Figura 11. Evolución del mantenimiento industrial
Fuente: (Vega, 1998)

2.3.1.1 Taxonomía de la conservación industrial

Como se mencionó al principio del documento la taxonomía no es más que la ciencia que trata los principios de la clasificación. Con lo dicho anteriormente hagamos un análisis, recuerde que una maquina o equipo tiene dos atributos; por un lado su parte física y por el otro el servicio que nos proporciona. Estos atributos requieren atención humana, como la preservación y el mantenimiento para lograr el rendimiento esperado en la productividad como se observa en el siguiente esquema:



Figura 12. Taxonomía de la conservación
Fuente: (Vega, 1998)

De acuerdo a lo mencionado anteriormente queda plenamente demostrado que:

- **El servicio es primero**

Cuando un equipo nos proporciona un servicio, clasificado como vital o importante; por ningún motivo permitiremos que deje de funcionar dentro de sus parámetros establecidos. Sin embargo siempre existe la posibilidad de que a pesar de todos nuestros cuidados y esfuerzos se presente alguna contingencia y tengamos alguna falla en el servicio.

2.3.1.2 Clasificación de la taxonomía de la conservación

En el siguiente esquema podemos observar la clasificación general de la conservación, la cual se divide en dos grandes ramas, una de ellas es la **Preservación** donde esta atiende las necesidades de los recursos físicos y la otra es el **Mantenimiento** encargado de cuidar del servicio que proporcionan estos recursos. Analicemos cada una de estas ramas.

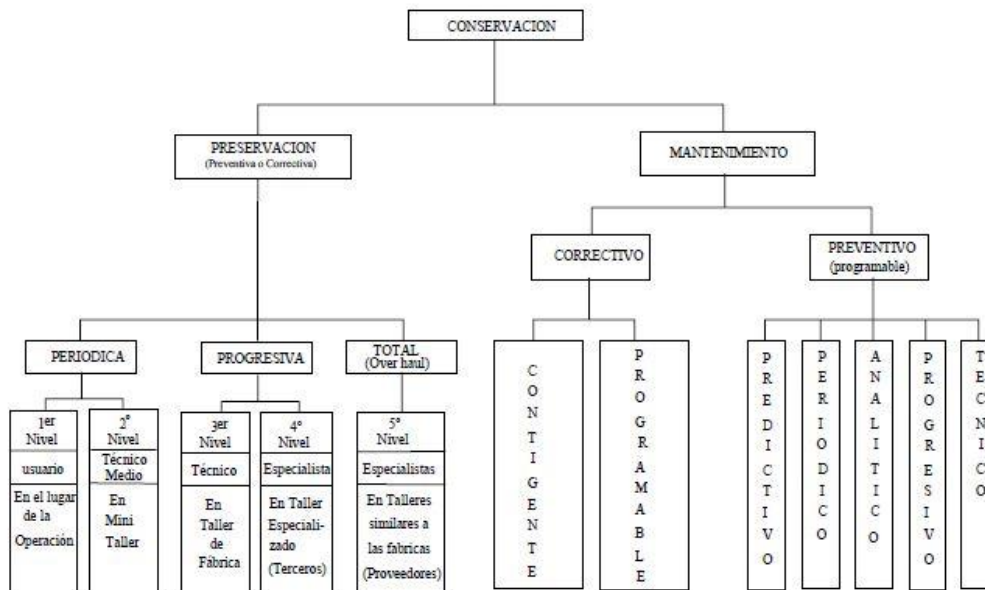


Figura 13. Clasificación de la taxonomía de la conservación
Fuente: (Vega, 1998)

- **Preservación**

Definición de Preservación

La acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes en el hábitat humano. Existen dos tipos de preservación, la Preventiva y la Correctiva; y la diferencia estriba en si el trabajo se hace antes o después de que haya ocurrido un daño en el recurso; por ejemplo pintar una tolva recién instalada, es un trabajo de Preservación Preventiva pero este mismo trabajo se calificará de preservación correctiva si fue hecho para repararla.

El funcionamiento normal de cualquier Sistema, Máquina o Equipo, tiende a demeritar su estado físico. Para que estos lleguen a cumplir su tiempo de vida útil es necesario pensar cuidadosamente como debe uno protegerlos; por ejemplo si se trata de un Grupo Electrónico, veremos que entre otras cosas necesita lubricación, para disminuir el desgaste, fusibles para proteger sus circuitos eléctricos, limpieza para evitar daños debidos al polvo, etc. Si por ejemplo se trata de un bosque, necesitamos quitar los árboles muertos, viejos o caídos, sembrar nuevos, fumigar, etc. Debemos analizar cualquier recurso que deseamos proteger y planear cuidadosamente los trabajos que llevaremos al cabo; a esta labor se le llama **Preservación** y está dirigida exclusivamente al **Recurso** y no al servicio que este presta.

Podemos considerar que en la mayoría de las organizaciones, sobre todo las menos evolucionadas cuyos recursos físicos exigen muchas labores de preservación; es necesario que durante la vida de cualquiera de sus máquinas o equipos, sean atendidos en su preservación con personas de cinco niveles de conocimiento sobre el mencionado equipo; el usuario, el técnico medio, el técnico, el especialista de taller y el especialista de fábrica y que además tengan el lugar (Taller, etc.) y equipo adecuado para lograr hacer el tipo de trabajo correspondiente a dicho nivel de Preservación. La preservación se divide en periódica, progresiva y total.

2.3.1.3 Mantenimiento

“Cuando todo va bien, nadie recuerda que existe. Cuando algo va mal, dicen que no existe. Cuando es para gastar, se dice que no es necesario. Pero cuando realmente no existe, todo concuerdan en que debería existir el MANTENIMIENTO”. ((OMS), 2012)

"Mantenimiento" término que se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. y en Francia se fue imponiendo progresivamente el término "entretenimiento". El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (ENTRETENIMIENTO) hasta la concepción actual del MANTENIMIENTO con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global.

El área de estudio es muy amplia y hoy en día se considera un aspecto muy importante en la funcionalidad de las empresas ya que correcta implementación tiende a prolongar la vida útil de los bienes permitiendo de esta forma obtener un rendimiento aceptable durante más tiempo reduciendo en número significativo el número de fallas.

Por otra parte la acción del mantenimiento sobre maquinas o equipos de trabajo tienen que poseer un nivel de intensidad racional, sin embargo no es tarea fácil de identificar el grado de complejidad que tendrán para ello es importante conocer los tipos de mantenimiento que hay para de esta manera tener un visión más clara del campo de estudio.

La norma AFNOR NFX 60-010 considera que existen tres tipos básicos de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo. Se va a discutir a continuación, las peculiaridades de cada uno de estos tipos de mantenimiento.



Figura 14. Esquema de los tipos de mantenimiento
Fuente: Internet

2.3.2 Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo: Alejandro Lira afirma que el mantenimiento correctivo comprende el mantenimiento que se realiza con el fin de corregir los defectos ha presentado un equipo o maquinaria. Se clasifica en:

- a) No planificado: Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).
- b) Planificado. Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Mantenimiento predictivo

Este mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables que

ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas. (Dixon, 2009)

Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.). Estas variaciones son un indicio de cuando se puede causar un daño al equipo. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos sofisticados. (Cruz)

Mantenimiento predictivo

Este mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas. (Dixon, 2009)

Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.). Estas variaciones son un indicio de cuando se puede causar un daño al equipo. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos sofisticados. (Cruz)

Mantenimiento predictivo

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos. (Godínez, 2005)

Según Godínez este tipo de mantenimiento tiene metodologías y procedimientos que pueden ser aplicados a otras áreas. Por ejemplo en la gestión de proyectos siempre es mejor predecir un error, estar preparado para eso antes que gastar más dinero en contingencias en el futuro.

Lo que se pretende con este tipo de mantenimiento es reducir el número de intervenciones correctivas, realizando tareas de revisión periódicas y sustitución de componentes gastados.

Es un tipo de mantenimiento exigente, pues requiere de una disciplina estricta de supervisión y elaboración de un plan preventivo a cumplir por personal especializado. Además, al estar formado por tareas rutinarias, puede provocar falta de motivación en el personal encargado y, si no se realiza correctamente, llegar a suponer un sobrecoste sin mejoras notables en productividad.

Por el contrario, el realizarlo correctamente supone el conocer perfectamente la máquina con la que se trabaja, lo que permite realizar estudios de fiabilidad óptimos y reducir las intervenciones correctivas a nuestros activos. (Avella, 2016).

Mantenimiento productivo total TPM

Dixon plantea que el TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone:

- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos a estos de los equipos

Se entiende entonces perfectamente el nombre: mantenimiento productivo total, o mantenimiento que aporta una productividad máxima o total.

2.3.3 Organización funcional del departamento de ingeniería y mantenimiento

El concepto base que da lugar a la ingeniería de mantenimiento es la mejora continua del proceso de gestión del mantenimiento mediante la incorporación de conocimiento, inteligencia y análisis que sirvan de apoyo a la toma de decisiones en el área del mantenimiento, orientadas a favorecer el resultado económico y operacional global. (Garmendia, Mayo 2007)

La ingeniería de mantenimiento permite, a partir del análisis modelado de los resultados obtenidos en la ejecución de las operaciones de mantenimiento, renovar continua y justificadamente la estrategia y, por consiguiente, la programación y planificación de actividades para garantizar la producción y resultados económicos al mínimo costo global. También permite la adecuada selección de nuevos equipos con mínimos costos globales en función de su ciclo de vida y seguridad de funcionamiento (costo de ineficiencia o costo de oportunidad por pérdida de producción).

Según José Garmendia la gestión del mantenimiento no es un proceso aislado, sino que es un sistema linealmente dependiente de factores propiamente ligados a la gestión del mantenimiento, así como de factores internos y externos a la organización. De hecho, la situación más deseable es la completa integración de la gestión del mantenimiento dentro del sistema.

En base a la Norma ISO 9001-2008 y características reales de las unidades de mantenimiento se puede establecer un diagrama reconocido como ciclo de trabajo de mantenimiento. De este modo, se distinguen claramente varios aspectos que deben ser considerados al momento de elaborar e implementar un modelo de gestión del mantenimiento. En la Figura 15 se presentan dos ciclos de trabajos muy representativos y necesarios en un buen modelo de gestión de mantenimiento. El primero, reconocido como el Ciclo Habitual de Mantenimiento o bien ciclo de trabajo estándar, explica la secuencia lógica del proceso táctico-operativo de las actividades de mantenimiento, las cuales son: planificación, programación, asignación de tareas/trabajo y la ejecución correspondiente. El segundo, definido como Ciclo de Mejoramiento Continuo, agrega al ciclo habitual dos nuevas actividades, el proceso de análisis de lo ya ejecutado para la búsqueda respectiva de oportunidades de mejora (ej.: modificar el plan de mantenimiento) y el proceso de identificación de tareas necesarias para implementar la mejoras definidas anteriormente. Evidentemente, dependiendo del nivel de emergencia con que se requiera

implementar la mejora, existirá la posibilidad de hacer un salto directamente al proceso de asignación de trabajo.

Algo muy importante de resaltar que el primordial **objetivo del área de mantenimiento** es obtener un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo costo y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene. Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total (Dixon, 2009).

Esta disponibilidad depende de dos factores críticos:

- 1) La frecuencia de las averías
- 2) El tiempo necesario para reparar las mismas

El primero de dichos factores recibe el nombre de fiabilidad, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías. El segundo factor denominado mantenibilidad es representado por una parte de la bondad del diseño de las instalaciones y por otra parte de la eficacia del servicio de mantenimiento. Se calcula como el inverso del tiempo medio de reparación de una avería. En consecuencia, un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad. Es decir, expresado en lenguaje corriente, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente. (Garmendia, Mayo 2007)

Por consiguiente para la adecuada **organización del mantenimiento** según David Ferrer (2006) depende de múltiples factores. Los más importantes son: tamaño de la empresa, ubicación física, productos y procesos, desarrollo tecnológico, disponibilidad de recursos, entre otros. Si bien no existe un modelo único de organización que sirva a todas las empresas, obliga a cada una a desarrollar su propia organización, la cual debe permitir el cumplimiento de los objetivos fijados por gerencia.

En empresas pequeñas, las distintas funciones pueden incluso, recaer en un grupo reducido. En este caso se requiere de un organigrama muy sencillo respetando siempre que el área de mantenimiento tenga el mismo nivel y relación con el área de producción y calidad; por cuanto esa estructura es la que permitirá un desarrollo más eficiente de los procesos con un mínimo de costos y rechazos.

En empresas medianas y grandes es indispensable contar con un organigrama funcional donde exista un gerente de mantenimiento. En ambos casos, la organización del área de mantenimiento deberá contemplar la totalidad de actividades bajo su responsabilidad buscando su desempeño eficiente, eficaz y al menor costo.

Para diseñar una estructura organizativa en mantenimiento se debe:

- Determinar la responsabilidad, autoridad y el rol de cada persona involucrada en el Área de Mantenimiento
- Establecer las relaciones verticales y horizontales entre todas las personas
- Asegurar que el objetivo de mantenimiento ha sido interpretado y Entendido por todos
- Establecer sistemas efectivos de coordinación y comunicación entre las personas

2.3.3.1 Desarrollo del mantenimiento

El proceso de mantenimiento dependerá del conjunto de variables que condicionan la organización, planeamiento y demás variables administrativas del mantenimiento a partir del tamaño y capacidad de planta, sector industrial, personal involucrado, etc. (Dixon, 2009)

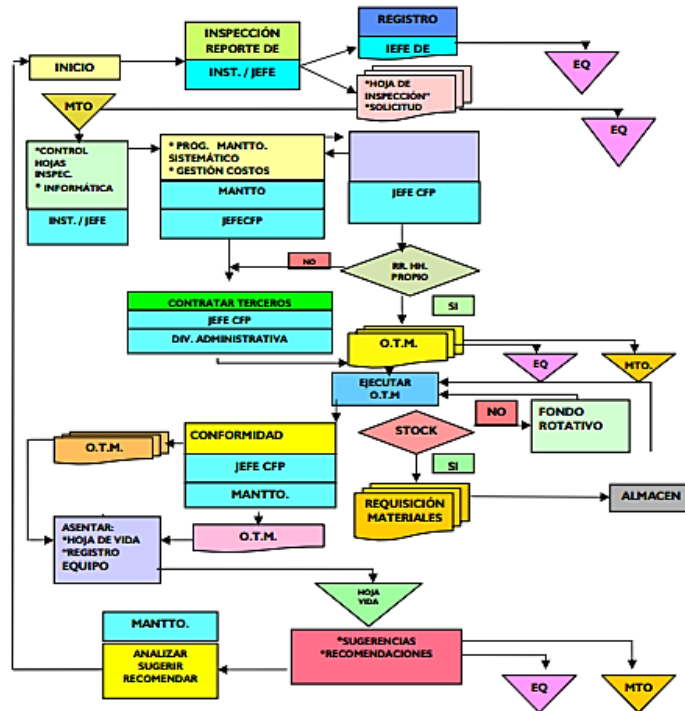


Figura 15. Esquema del proceso de mantenimiento
Fuente: Internet

Para la programación de las actividades de mantenimiento existen las siguientes etapas:

- 1) **Preparación:** En esta etapa el programador recibe el detalle de las tareas a realizar y posteriormente se procura alcanzar un óptimo nivel de detalle para luego hacer un análisis de recursos.
- 2) **Elaboración:** Consiste en establecer las duraciones, presencias, restricciones, hitos vinculaciones y dependiendo de la complejidad se dará participación a especialista.
- 3) **Simulación:** Se analizan diferentes opciones de distribución en el tiempo y se busca el programa que optimice costos
- 4) **Proceso:** Se verifican los avances en las tareas como también se elabora la programación del mantenimiento y se actualiza el programa si es necesario.

2.3.4 Herramientas de programación para el mantenimiento

2.3.4.1 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt consiste en una representación gráfica sobre dos ejes; en el vertical se disponen las tareas del proyecto y en el horizontal se representa el tiempo. (Rodríguez, 2012)

Características

- Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado. (Rodríguez, 2012)
- La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden. (Rodríguez, 2012)
- Los bloques correspondientes a tareas del camino crítico acostumbran a rellenarse en otro color (En el caso del ejemplo, en rojo). (Rodríguez, 2012)

Tarea	Predec.	Duración
A	-	2
B	A	3
C	-	2
D	C	3
E	D _{II+1}	2
F	B _{FI-1}	3
G	D, E, F	3
H	G _{FF}	2

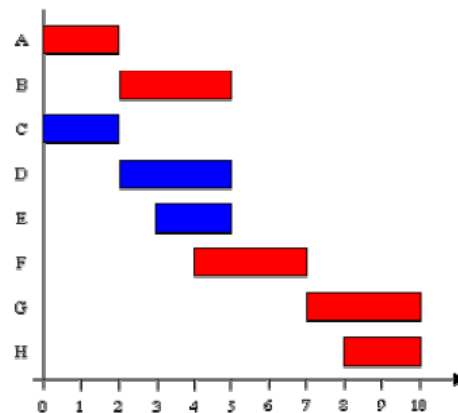


Figura 16. Diagrama de Gantt
Fuente: Internet

Método constructivo

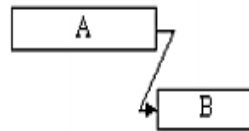
Para construir un diagrama de Gantt se han de seguir los siguientes pasos (Quintero, 2013):

- a) Dibujar los ejes horizontal y vertical.

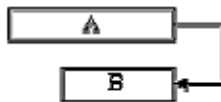
- b) Escribir los nombres de las tareas sobre el eje vertical.
- c) En primer lugar se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que no tienen predecesoras. Se sitúan de manera que el lado izquierdo de los bloques coincida con el instante cero del proyecto (su inicio).
- d) A continuación, se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que sólo dependen de las tareas ya introducidas en el diagrama. Se repite este punto hasta haber dibujado todas las tareas.

En este proceso se han de tener en cuenta las consideraciones siguientes:

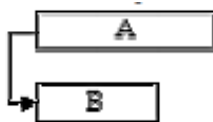
- a) Las dependencias fin-inicio se representan alineando el final del bloque de la tarea predecesora con el inicio del bloque de la tarea dependiente.



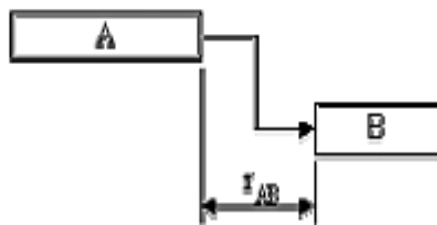
- b) Las dependencias final-final se representan alineando los finales de los bloques de las tareas predecesora y dependiente.



- c) Las dependencias inicio-inicio se representan alineando los inicios de los bloques de las tareas predecesora y dependiente.



- d) Los retardos se representan desplazando la tarea dependiente hacia la derecha en el caso de retardos positivos y hacia la izquierda en el caso de retardos negativos.



Finalmente, una vez realizados los cálculos del proyecto utilizando un sistema adecuado, como el diagrama PERT o el Roy, resulta conveniente destacar con un color distinto las tareas con margen total 0, para poder identificar con facilidad los caminos críticos.

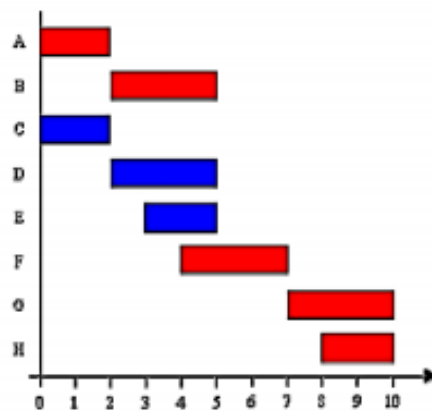


Figura 17. Diagrama de Gantt (camino Crítico) Fuente: Internet

2.3.4.2 Método de la ruta crítica CPM

Según Juan Carlos Bonora el método del camino crítico viene a ser un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo. (Eve, 2016)

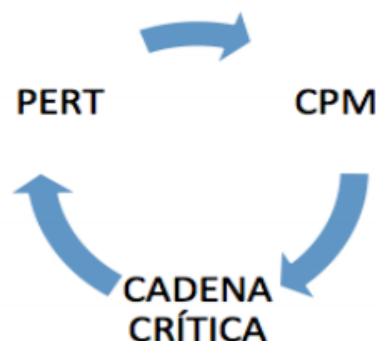


Figura 18. Ciclo del PERT-CPM Fuente: (Vega, 1998)

2.3.4.3 Análisis de la aplicación de la teoría de la fiabilidad

La teoría de la fiabilidad es el conjunto de teorías y métodos matemáticos y estadísticos, procedimientos y prácticas operativas que, mediante el estudio de las leyes de ocurrencia de fallos, están dirigidos a resolver problemas de previsión, estimación y optimización de la probabilidad de supervivencia, duración de vida media y porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de un sistema. (Ramirez, 2013)

Parámetros que caracterizan la vida de un equipo

Si adoptamos, para simplificar, que el esquema de vida de una maquina consiste en una alternancia de "tiempos de buen funcionamiento" (TBF) y "tiempos de averías" (TA) (Godinez, 2005):



Figura 19. Tiempos de buen funcionamiento ((TBF) y tiempos de averías (TA)

En los que cada segmento tiene los siguientes significados:

TBF: Tiempo entre fallos

TA: Tiempo de parada

TTR: Tiempo de reparación

TO: Tiempo de operación

n: Numero de fallos en el periodo considerado

El esquema siguiente es un resumen de los parámetros que caracterizan la vida de los equipos

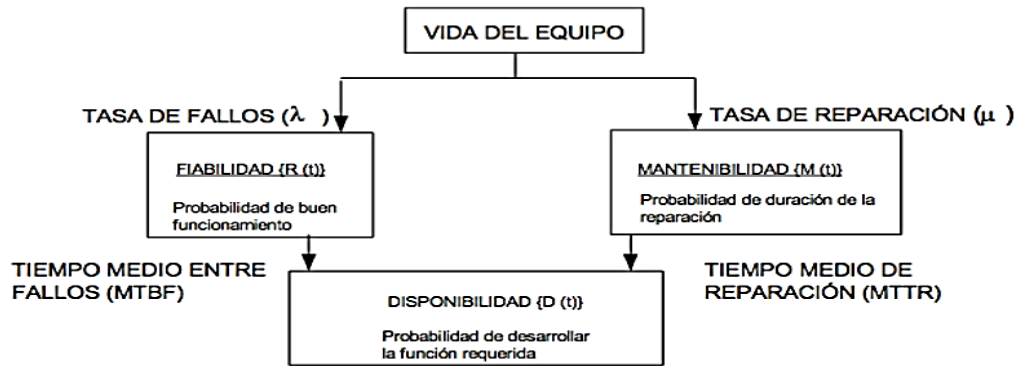


Figura 20. Esquema de los parámetros que caracterizan la vida de un equipo
Fuente: Internet

Fiabilidad de los sistemas

Tratamos ahora de establecer la relación que liga la fiabilidad de un sistema complejo con la de sus componentes individuales.

La fiabilidad de un sistema no es otra que la probabilidad de ocurrencia del acontecimiento "NO HAY FALLOS", lo cual es, a su vez, resultado de una serie de acontecimientos más simples. Las partes componentes del sistema se pueden comportar, desde el punto de vista de la fiabilidad de forma independiente o no. (Ramirez, 2013)

El funcionamiento, desde el punto de vista de la fiabilidad, de un sistema se representa mediante esquemas de bloques adecuadamente conectados, de forma que cada bloque representa un elemento o subsistema. (Ramirez, 2013)

Estos esquemas no corresponden con los esquemas funcionales de la instalación (No hay correspondencia con el despiece físico), sino que representan la dependencia lógica del acontecimiento "fallo del sistema".

Sistemas en serie

El fallo de uno cualquiera de sus componentes determina el fallo del sistema completo.

$$\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_n \rightarrow R(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \dots R_n(t) \rightarrow$$

$$\prod_{i=1}^n R_i(t) = R(t)$$

Si $\lambda = \text{cte. entonces}$

$$MTBF_i = \frac{1}{\lambda_i} \quad MTBF = \frac{1}{\lambda_s} \quad \lambda_s = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

En la siguiente figura se muestra el ejemplo de la fiabilidad de un sistema en serie:

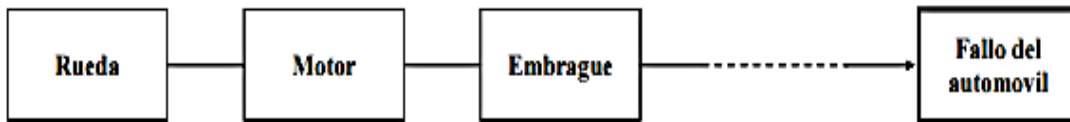


Figura 21. Fiabilidad de un sistema en serie

Fuente: Internet

Sistemas en paralelo

Según Jorge Ramírez basta que funcione un elemento para que funcione todo el sistema. Se llaman también sistemas redundantes. En este caso se simplifican los cálculos usando la función inviabilidad $F(t) = 1 - R(t)$

Cuantos más elementos hay en paralelo, mejor es la fiabilidad.

$$\lambda_s = \prod_i \lambda_i$$

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la fiabilidad de un sistema en paralelo:

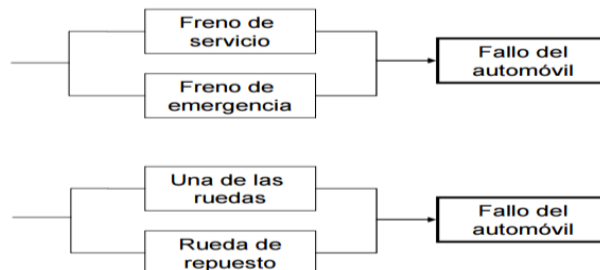


Figura 22. Fiabilidad de un sistema en paralelo

Fuente: Internet

2.3.5 Herramientas para la solución de problemas del mantenimiento

La mayoría de los problemas son producidos por un número pequeño de causas y estas son las que interesan descubrir y eliminar para lograr un gran efecto de mejora.

El Diagrama de Pareto y el Diagrama de Ishikawa nos permiten seleccionar por orden de importancia y magnitud, la causa o problemas que se deben investigar.

1. Diagrama de Ishikawa

Según la enciclopedia libre Wikipedia el Diagrama de Ishikawa (DI) es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales.

En el lado derecho se anota el problema y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas y sub ramas. Cada posible causa se agrega en una de las ramas principales, la cual está constituida a su vez por sus causas.

El diagrama de Ishikawa es una herramienta muy útil y será de mayor efectividad en la medida en que los problemas estén mejor localizados y delimitados.

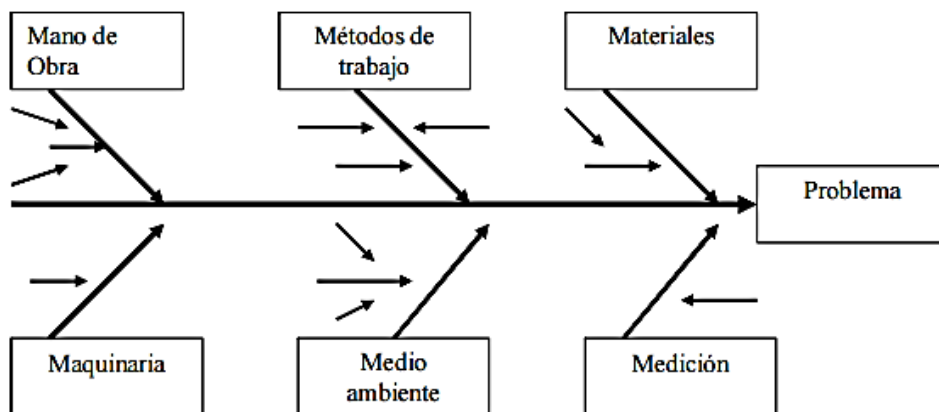


Figura 23. Diagrama de Ishikawa
Fuente: Internet

2. Diagrama de Pareto

Con el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos. (Dixon, 2009)

La minoría vital aparece a la izquierda de la gráfica y la mayoría útil a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría útil en una sola clasificación denominada otros, la cual siempre deberá ser colocada en el extremo derecho. La escala vertical es para el costo en unidades monetarias, frecuencia o porcentaje. (Rodriguez, 2012)

La gráfica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.

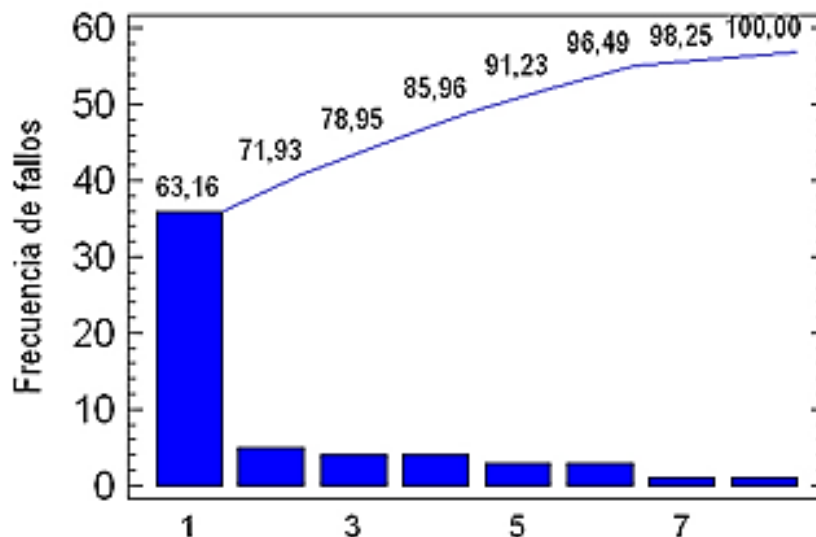


Figura 24. Diagrama de Pareto
Fuente: Internet

2.3.6 Formatos aplicativos para la administración del mantenimiento

Los documentos necesarios en el departamento de mantenimiento; forman un conjunto de instrumentos técnicos y administrativos ;que permiten manejar y suministrar información técnica apropiada a quien la requiera dentro de la estructura orgánica de la compañía y permiten además registrar los inventarios que se poseen; las características de ellos; el estado en que se encuentran ;también permiten controlar costos y las ordenes de trabajo permiten determinar los requerimientos de mano de obra y los materiales que se necesitan para establecer nuestros planes y programas además permiten efectuar la correcta explotación de las instalaciones y nos permiten organizar la implantación del mantenimiento óptimo que deseamos. (Guillen, 2008)

Entre algunos de los formatos más sobresalientes están:

- Hojas de vidas
- Ordenes de trabajo
- Hoja de inventario
- Ficha Técnica
- Anagrama de reporte de fallos

2.3.6.1 Hojas de Vida

Las hojas de vida son expedientes donde se registran las características más importantes de los equipos de una planta o instalación industrial. La hojas de vida de los equipos o maquinas facilitan considerablemente la obtención de una gestión de mantenimiento eficiente porque permiten tener el control total del ciclo de vida de los equipos. Lo que resulta un menor tiempo de parada de los equipos. Buen control del inventario y disminución de costos.

Las hojas de vida deben ser diseñadas en función del mejoramiento de las tareas de planificación, programación, ejecución, control e inspección de mantenimiento. (Rodriguez, 2012).

Debido a esto se deben registrar las características técnicas y de funcionamiento de los equipos con el objetivo de disponer rápidamente de dicha información. Para poder sustituir un equipo por un nuevo o por uno disponible en la empresa en caso de una falla, también deben de ser registradas las fallas comunes de los equipos de una manera que a partir de esta investigación la sección de mantenimiento pudiera realizar un análisis y codificación de fallas características de los equipos. Además en las hojas de vida deberían de ser registrados los repuestos y lubricantes usados por los equipos para poder comprar o verificar a disponibilidad de repuesto necesario en las tareas de mantenimientos programadas. (Dixon, 2009)

Las hojas de vida permiten también optimizar la planificación y programación del plan de mantenimiento, lo que resulta en la mejora de la confiabilidad operacional y el mantenimiento de los niveles de producción de acuerdo con los requerimientos de la empresa; además de satisfacer la necesidad de prolongar la vida útil de un equipo. (Ferrer, 2006)

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de formato de Hoja de Vida

HOJA DE VIDA DEL EQUIPO					No.
NOMBRE DEL EQUIPO		CODIGO		SECCION	
FECHA DE ADQUISICION		FACTURA No.		GARANTIA	
MODELO		SERIE		UBICACION	
DIMENSIONES		PESO		VALOR	

DATOS FABRICANTE			
NOMBRE		REPRESENTANTE	
DIRECCION		FAX	
E-MAIL		TELEFONO	

CARACTERISTICAS TECNICAS				
VOLTAJE		RESISTENCIA		AGUA
CONSUMO		TIPO DE CONTROL		AIRE
POTENCIA		TIPO DE OPERACION		VAPOR

INTERVENCIONES REALIZADAS AL EQUIPO						
No.	FECHA	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	REPUESTOS	MATERIALES	TIEMPO	RESPONSABLE
1	ENTREGA EQUIPO					QUIEN RECIBE
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
NOMBRES: _____	_____	_____
FECHA: _____	_____	_____

Figura 25. Formato de Hoja de vida
Fuente: Internet

2.3.6.2 Orden de trabajo

Los trabajos del mantenimiento correctivo se pueden contabilizar por orden de trabajo requerido, es decir generando un formato para su fácil cuantificación. (Godinez, 2005)

Una orden de trabajo es un documento escrito que la empresa le entrega a la persona que corresponda y que contiene una descripción pormenorizada del trabajo que debe llevar a cabo. (Muñoz, 2011)

Según Raouf Dixon en la orden de trabajo, además de indicarse el lugar geográfico preciso y algunos datos personales de quien solicitó la realización del trabajo, en el caso que se trate de una empresa de instalaciones, se podrá indicar el tiempo que se estima debe durar el trabajo a realizar en el lugar, los materiales que se necesitarán para llevarlo a cabo, los costos aproximados y cualquier otro tipo de contingencia que sea relevante de ser mencionada porque actúa directamente en la concreción del trabajo en cuestión.

Es posible encontrarse con dos tipos de órdenes de trabajo, la correctiva, que nos informa especialmente sobre el problema a solucionar que fue oportunamente reportado.

En tanto, la orden de trabajo preventiva es aquella que se emite de modo automático y que está vinculada con el mantenimiento preventivo que demandan algunas máquinas, por ejemplo. En estas, normalmente, se especifica cada paso a considerar en la reparación en cuestión.

Con la orden de trabajo, el técnico, se presenta en la dirección en cuestión y procede a realizar la instalación del servicio de acuerdo a las pautas que allí se estipularon.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del formato de hoja de trabajo

ORDEN DE TRABAJO (PARA EQUIPOS)		EMPRESA SOCIEDAD DE CONSTRUCCIONES SOMOR C.A GERENCIA DE EQUIPAMIENTO						
NUMERO DE ORDEN: MPP MC OTROS			EQUIPO					
SERVICIO SOLICITANTE:		MODELO:		Nº DE INVENTAR				
NOMBRE DEL SOLICITANTE:		SERIE:		Nº DE IDENTIFICACIÓN (ID):				
FECHA:		MARCA:		MEDIDA APLICADA/ ULTIMA FECHA:				
SERVICIO: INTERNO EXTERNO EMPRESA		FABRICANTE:		TÉCNICO RESPONSABLE:				
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO SOLICITADO						FIRMA Y SELLOS DE AUTORIZACIÓN		
FEC HA:	CODIGO	CANTIDAD	COTO S.H.H	VALOR (Bs.)	OTRO COSTO	TOTAL (Bs.)	FALLAS DETECTADAS	MEDIDAS APLICADAS
							1	1 PR.
							2 DESGASTE	2 PR.
							3	3 REPARACIÓN
							4 MEDIO	4 MPP
							5	5 SUPERVISION
							6 BATERIA	6
							7 MALA	7 CALIBRACION
							8	8
							9 USO	9 PORTECCIÓN
							A	A ASESORIA
							B MPP POR	INVENTARIZACI
							C CAMBIO	C
							D SIN FALLA	D MONTAJE/
								E INSPECCION
								F DESCARTE

Figura 26. Orden de trabajo
Fuente: Internet

2.3.6.3 Hoja de Inventario


Un inventario es una relación detallada de los activos que posee una organización o institución. Para ser útil, un inventario debe mantenerse y actualizarse continuamente de modo que refleje la situación actual de cada activo. Según la naturaleza de la organización y de sus activos asociados, se controlan y actualizan diferentes datos cuando se producen cambios. El objetivo es disponer de un registro exacto y actualizado de todos los activos que posee la organización, en el que se refleje la situación actual en cada momento. ((OMS), 2012)

En el marco de la GTS, un inventario es primer instrumento, y el más importante, para lograr una serie de metas generales: Según la OMS un inventario de equipos médicos ofrece una evaluación técnica de la tecnología disponible, con información sobre el tipo de su cantidad, y sobre su situación operativa actual. El inventario

proporciona la base para una gestión eficaz de los activos, facilitando la programación del mantenimiento preventivo y el seguimiento de las tareas de mantenimiento, reparaciones, alertas y órdenes de baja de equipos. El inventario puede aportar información financiera para respaldar evaluaciones económicas y presupuestarias.

El inventario es la base imprescindible para organizar un departamento eficaz de GTS. En el marco general del inventario de equipos se crean, gestionan y mantienen elementos como historiales y cuadernos de uso de los equipos, manuales de uso y reparación, y procedimientos indicadores de análisis y aseguramiento de la calidad. Por otra parte, los inventarios de accesorios, material fungible y repuesto se vinculan directamente con el inventario principal de equipo médico. (Dixon, 2009)

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de hoja de inventario:

	INSTITUCION EDUCATIVA JULIO CESAR GARCIA			
	CONSTRUYENDO CONVIVENCIA FORMAMOS PERSONAS CON VISIÓN EMPRESARIAL		CÓDIGO: A2-FR07 VERSIÓN: 01	
INVENTARIO Y HOJA DE VIDA DE EQUIPOS			PÁGINA 2 de	
TIPO DE EQUIPO	IDENTIFICACION	ESTADO		
1. DATOS DEL PROVEEDOR				
NOMBRE		FECHA DE COMPRA	TIEMPO DE GARANTIA	
DIRECCION - EMAIL		TELEFONO/FAX	CONTACTO	
2. INFORMACION ADICIONAL				
OTROS DISPOSITIVOS:				
3. RUTINA DE MANTENIMIENTO				
ACTIVIDAD		FRECUENCIA	RESPONSABLE	
4. HISTORIAL DE MANTENIMIENTO				
FECHA	ACTIVIDADES DESARROLLADAS	RESPONSABLE	EFICAZ	
			SI	NO

C: correctivo P: Preventivo

Figura 27. Hoja de inventario

2.3.6.4 Fichas técnicas

Según la guía técnica colombiana 62 la ficha técnica se define como el registro de las incidencias, averías, reparaciones y actuaciones consistentes a una determinada actividad.

Según lo expuesto anteriormente, se puede inferir que esta definición se adapta más a lo que se denomina hoja de vida. En cuanto a la ficha técnica creemos que la definición que corresponde al documento en el que queda registrado los datos importantes de una máquina o sistema.

Los datos que se deben de recopilar en estas fichas técnicas son:

- Código del equipo y descripción
- Datos generales
- Características principales (especificaciones). Es importante recopilar la mayor cantidad de datos de cada equipo
- Valores de referencia (temperaturas de funcionamiento, el nivel de vibración en cada uno de los puntos, consumos de energía por fase, etc.)
- Análisis de criticidad del equipo. Es conveniente explicar, en estas fichas, por qué se le ha asignado un determinado nivel de criticidad a cada equipo. De esta forma, cualquier persona podrá consultarlo, y entender la razón de su clasificación.
- Modelo de mantenimiento recomendable.
- Si necesita de subcontratos a fabricantes.
- Repuestos críticos que deben permanecer en stock.
- Consumibles necesarios.

Al realizarse estas fichas en cada uno de los equipos que componen la planta se está recopilando datos muy importantes ayudarán en otras labores, además de poder realizar un plan de mantenimiento efectivo.

2.3.7 Cálculos de la frecuencia para el mantenimiento

Según Santiago García Para los profesionales de mantenimiento hoy en día, resulta relativamente fácil encontrar las estrategias a seguir en cuanto a la escogencia del tipo de mantenimiento adecuado para cada modo de falla, sin embargo, a la hora de calcular la frecuencia de inspección del mantenimiento predictivo, la literatura actual nos ofrece una manera que se basa en la curva P-F, donde el tiempo entre inspecciones para algunos, debe ser la mitad del tiempo entre la falla potencial y la falla funcional (intervalo P-F) y para otros, el tiempo entre inspecciones debe ser menor que el intervalo P-F asegurando que la diferencia entre ambos sea mayor al tiempo de reparación.

Debido a lo anteriormente expuesto y como una forma para calcular de manera formal la frecuencia de las inspecciones predictivas, tomando en cuenta la relación riesgo - costo –beneficio, y justificando así, las decisiones del gerente del área de mantenimiento, en lo concerniente al impacto de las estrategias a ser tomadas en el presupuesto de gastos de fábrica, se desarrolla a continuación un modelo matemático que pretende dar una idea cercana del valor del tiempo entre inspecciones predictivas. (Suarez, 2013)

El valor del intervalo entre inspecciones predictivas será directamente proporcional a tres factores: el factor de costo, el factor de falla y el factor de ajuste. Así, la relación matemática estará definida como:

$$I = C \times F \times A$$

Donde:

C es el factor de costo

F es el factor de falla y

- **Factor de Costo**

Se define como factor de costo, el costo de una inspección predictiva dividido entre el costo en que se incurre por no detectar la falla. En general, este costo es igual al tiempo que tarda llevar el repuesto desde el almacén (externo o propio) en condición

de parada no planificada hasta el lugar donde ocurre la falla, multiplicado por la cantidad de dinero que se pierde por unidad de tiempo de parada el equipo que la presenta. (Garmendia, Mayo 2007)

La relación del factor de costo es la siguiente:

$$C = \frac{Ci}{Cf}$$

Donde:

Ci: es el costo de una inspección predictiva (en unidades monetarias)

Cf: es el costo en que se incurre por no detectar la falla (en unidades monetarias)

- **Factor de Falla**

Se define como factor de falla la cantidad de fallas que pueden detectarse con la Inspección predictiva dividida entre la rata de fallas. (Muñoz, 2011)

La relación del factor de falla es la siguiente:

$$F = \frac{Fi}{\lambda}$$

Donde:

Fi es la cantidad de modos de falla que pueden ser detectados utilizando la tecnología predictiva (expresada en fallas por inspección) y

λ es la rata de fallas presentada por el equipo, y que además, podrían ser detectadas por la tecnología predictiva a ser aplicada (expresada en fallas por año).

- **Factor de Ajuste**

Una vez calculado el producto entre el factor de costo y el factor de falla, se procede a multiplicarlo por un factor de ajuste, el cual, estará basado en la probabilidad de ocurrencia de más de 0 fallas en un año utilizando la distribución acumulativa de Poisson con media igual a λ (rata de fallas expresada como fallas por año). Para calcular este factor utilizaremos la función matemática logaritmo natural multiplicada por -1 ($-\ln$), la cual, se comporta de una manera muy parecida al criterio gerencial de incremento o decremento del intervalo de inspección al tomar en cuenta la

probabilidad de ocurrencia de más de 0 fallas en un año. Para valores de probabilidad de ocurrencia entre 0 y valores cercanos a 0.37, la función arroja resultados desde infinito hasta 1 y para valores de probabilidad entre 0.37 y 1 la función arroja resultados entre 1 y 0. (Garmendia, Mayo 2007)

La probabilidad de ocurrencia de más de cero fallas se expresa como:

$$1 - P(0, \lambda) = 1 - e^{-\lambda}$$

Donde $P(0, \lambda)$ es la función de distribución acumulativa de Poisson para un valor de ocurrencia 0 y media λ

Así, el factor de ajuste será igual a:

$$A = -\ln(1 - e^{-\lambda})$$

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el intervalo de inspecciones predictivas queda definido como:

$$I = -\frac{Ci \times Fi}{Cf \times \lambda} \times \ln(1 - e^{-\lambda})$$

Expresado en años por inspección. Siendo el inverso de esta relación igual a la frecuencia de inspección (f), la misma estará expresada en inspecciones por año. Este modelo es recomendable para valores de λ menores que 1, ya que para valores mayores que la unidad, la frecuencia de inspección se puede incrementar en tal dimensión, que los costos de inspección por año pueden ser superiores al costo de no poder detectar la falla. (Ferrer, 2006)

Tipos de frecuencia

- **La frecuencia diaria** que a veces se aumenta y se realiza por turno e incluso por hora, se reserva a las actividades de mantenimiento realizadas por el personal de operación, que son casi exclusivamente de dos tipos: inspecciones sensoriales y tomas de datos.
- **La frecuencia mensual** se reserva exclusivamente para aquellas tareas mecánicas o eléctricas que no pueden realizarse con periodicidades mayores.

En muchas ocasiones están relacionadas con elementos que sufren ensuciamiento o desajustes, aunque en algún caso se refieren al reemplazo de algún elemento.

- **La frecuencia trimestral** es la más utilizada cuando se trata de establecer la periodicidad con la que realizar tareas de mantenimiento predictivo. También se emplea para determinados trabajos eléctricos elementales.
- **La frecuencia anual** es la más utilizada para trabajos mecánicos, eléctricos y de instrumentación. Nótese que la frecuencia anual se ha dividido en dos: **Anual distribuida y Anual en parada.**

2.4 Creación del software de mantenimiento

Con lo antes expuesto se puede dar una visión cercana en cuanto al campo de estudio y todo los aspectos generales que involucra la gestión del mantenimiento para de esta forma tener presente cuales deben ser los puntos más importante a la hora de diseñar el sistema informático.

Sin embargo para ello también se debe conocer aspectos como:

2.4.1 Elección del lenguaje de programación

La elaboración de software está condicionada en cuanto a la elección del lenguaje por varios factores: disponibilidad, costos, equipos o hardware, difusión masiva y otros. La ingeniería dispone de diferentes sistemas operativos creados por grandes empresas que compiten, entre sí, en todos los aspectos antes señalados, como Macintosh y Microsoft.

Un primer requisito apunta a la facilidad de acceso y operatividad tanto para el programador como el usuario. En nuestro país en este nivel se ha masificado toda la oferta de Microsoft, que aporta también programas de fácil uso para diferentes áreas como la administración, financiera, pedagogía y otras. Por este motivo, se ha elegido esta línea.

En el siguiente paso, se debe seleccionar un programa básico para la elaboración del software que se necesita. Se requiere que sea versátil, amigable, de fácil y libre uso y con capacidad suficiente para las dimensiones de la información a manejar. En las

disponibilidades de Microsoft aparecen, también, programas para el manejo de bases de datos, que se combinan con el programa básico. (Oyanedel, 2002)

- **Elección del software**

Existen varios lenguajes de programación para la ingeniería con una versión de menor complejidad llamada Basic. Microsoft ofrece varias alternativas, de las cuales se ha seleccionado el programa Visual Studio, cuyas ventajas se explican más adelante, para la creación del software de Mantenimiento para el Hospital Escuela San Juan de Dios complementado con el uso de Base de Datos creada en MySQL.

Su versatilidad hace de este software un programa de fácil instalación y de operación, ya que entrega una serie de herramientas que crean un ambiente amigable y de fácil uso para el usuario, características fundamentales al momento de elegir el software de programación. Para cumplir el objetivo ha sido necesario estudiar primero el lenguaje Basic para el desarrollo del software en “Visual Studio”, antes de comenzar a programar. Por consiguiente, la creación del software y la base de datos, son las etapas más importantes del trabajo. (Oyanedel, 2002)

- **MySQL**

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, fue creada por la empresa sueca MySQL AB, la cual tiene el copyright del código fuente del servidor SQL, así como también de la marca. MySQL es un software de código abierto, licenciado bajo la GPL de la GNU, aunque MySQL AB distribuye una versión comercial, en lo único que se diferencia de la versión libre, es en el soporte técnico que se ofrece, y la posibilidad de integrar este gestor en un software propietario, ya que de otra manera, se vulneraría la licencia GPL.

El lenguaje de programación que utiliza MySQL es Structured Query Lenguaje (SQL) que fue desarrollado por IBM en 1981 y desde entonces es utilizado de forma generalizada en las bases de datos relacionales.

MySQL surgió alrededor de la década del 90, Michael Widenis comenzó a usar mSQL para conectar tablas usando sus propias rutinas de bajo nivel (ISAM). Tras

unas primeras pruebas, llegó a la conclusión de que mSQL no era lo bastante flexible ni rápido para lo que necesitaba, por lo que tuvo que desarrollar nuevas funciones. Esto resultó en una interfaz SQL a su base de datos, totalmente compatible a mSQL.

El origen del nombre MySQL no se sabe con certeza de donde proviene, por un lado se dice que en sus librerías han llevado el prefijo “my” durante los diez últimos años, por otra parte, la hija de uno de los desarrolladores se llama My. Así que no está claramente definido cuál de estas dos causas han dado lugar al nombre de este conocido gestor de bases de datos. (Oyanedel, 2002)

Características principales

Inicialmente, MySQL carecía de algunos elementos esenciales en las bases de datos relacionales, tales como integridad referencial y transacciones. A pesar de esto, atrajo a los desarrolladores de páginas web con contenido dinámico, debido a su simplicidad, de tal manera que los elementos faltantes fueron complementados por la vía de las aplicaciones que la utilizan. Poco a poco estos elementos faltantes, están siendo incorporados tanto por desarrolladores internos, como por desarrolladores de software libre. En las últimas versiones se pueden destacar las siguientes características principales:

1. El principal objetivo de MySQL es velocidad y robustez
2. Soporta gran cantidad de tipos de datos para las columnas
3. Gran portabilidad entre sistemas, puede trabajar en distintas plataformas y sistemas operativos
4. Cada base de datos cuenta con 3 archivos: Uno de estructura, uno de datos y uno de índice y soporta hasta 32 índices por tabla
5. Aprovecha la potencia de sistemas multiproceso, gracias a su implementación multihilo
6. Flexible sistema de contraseñas (passwords) y gestión de usuarios, con un muy buen nivel de seguridad en los datos
7. El servidor soporta mensajes de error en distintas lenguas

Ventajas

1. Velocidad al realizar las operaciones, lo que le hace uno de los gestores con mejor rendimiento.
2. Bajo costo en requerimientos para la elaboración de bases de datos, ya que debido a su bajo consumo puede ser ejecutado en una máquina con escasos recursos sin ningún problema
3. Facilidad de configuración e instalación
4. Soporta gran variedad de Sistemas Operativos
5. Baja probabilidad de corromper datos, incluso si los errores no se producen en el propio gestor, sino en el sistema en el que está
6. Conectividad y seguridad

Desventajas

1. Un gran porcentaje de las utilidades de MySQL no están documentadas.
2. No es intuitivo, como otros programas (ACCESS)

- **Visual Studio**

Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows. Soporta múltiples lenguajes de programación, tales como C++, C#, Visual Basic .NET, F#, Java, Python, Ruby y PHP, al igual que entornos de desarrollo web, como ASP.NET MVC, Django, etc., a lo cual hay que sumarle las nuevas capacidades online bajo Windows Azure en forma del editor Monaco.

Visual Studio permite a los desarrolladores crear sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET (a partir de la versión .NET 2002). Así, se pueden crear aplicaciones que se comuniquen entre estaciones de trabajo, páginas web, dispositivos móviles, dispositivos embebidos y consolas, entre otros. (Oyanedel, 2002)

Características generales de visual studio

Es una herramienta de diseño de aplicaciones para Windows, en la que éstas se desarrollan en una gran parte a partir del diseño de una interface gráfica. En una aplicación Visual, el programa está formado por una parte de código puro, y otras partes asociadas a los objetos que forman la interface gráfica. Es, por tanto, un término medio entre la programación tradicional, formada por una sucesión lineal de código estructurado, y la programación orientada a objetos. Combina ambas tendencias.

La creación de un programa bajo Visual Studio lleva los siguientes pasos:

Creación de una interfaz de usuario. Esta interfaz será la principal vía de comunicación hombre máquina, tanto para salida de datos como para entrada. Será necesario partir de una ventana -Formulario a la que se le irán añadiendo los controles necesarios.

Definición de las propiedades de los controles. Objetos que se hayan colocado en ese formulario. Estas propiedades determinarán la forma estática de los controles, es decir, como son los controles y para qué sirven.

Generación del código asociado a los eventos que ocurran a estos objetos. A la respuesta a estos eventos (clic, doble clic, una tecla pulsada, etc.) se le llama Procedimiento, y deberá generarse de acuerdo a las necesidades del programa.

Generación del código del programa. Un programa puede hacerse solamente con la programación de los distintos procedimientos que acompañan a cada objeto. Sin embargo, Visual Studio ofrece la posibilidad de establecer un código de programa separado de estos eventos. Este código puede introducirse en unos bloques llamados Módulos, en otros bloques llamados Funciones, y otros llamados Procedimientos. Estos procedimientos no responden a un evento acaecido a un objeto, sino que responden a un evento producido durante la ejecución del programa.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Ubicación del área de estudio

Nuestra investigación se realizó en el Hospital Regional San Juan de Dios de la Ciudad de Estelí conocido hoy en día como Hospital Escuela san Juan de Dios el cual fue inaugurado el 8 de Enero de 1997 por la presidenta de la republica Doña Violeta Barrios de Chamorro, desde entonces se ha presentado como una alternativa regional para suplir las demandas en atenciones médicas por la población del norte del país. Fue construido con la ayuda financiera y gobierno español y parte del presupuesto General de Nicaragua.



Figura 28. Ubicación geográfica del Hospital Escuela San Juan de Dios, Estelí

Fuente: Google maps

La institución cuenta con el Sistema Local de Atención Integral de la Salud (SILAIS), que atiende a todos los municipios y comunidades del Departamento de Estelí.

La red de servicios cuenta con cuatro especialidades básicas: Pediatría, Medicina Interna Ginecobstetricia, Cirugía y Ortopedia.

3.2 Tipo de estudio

La línea de investigación de este proyecto es la innovación industrial basándose en la temática de investigación y desarrollo de productos y servicios. Esta investigación en primera instancia es experimental ya que el resultado final que se obtiene es un producto informático, con lo cual se pretende determinar cómo este influencia de manera positiva los trabajos realizados en la gestión del mantenimiento de forma tal que se verifica la existencia de una mejora continua en los procesos de planificación, programación y control de las actividades de conservación de los equipos biomédicos.

También es de carácter descriptivo con método deductivo dado que por medio de la observación se analiza la importancia del funcionamiento de los equipos y las condiciones en las que estos operan, además de describir todas y cada una de las actividades, tareas y procesos que conllevan al inicio, desarrollo y finalización de este trabajo de investigación.

3.3 Tipo de enfoque

El tipo de enfoque para el desarrollo de nuestra investigación es de carácter mixto, puesto que al combinar dos métodos (cualitativo-cuantitativo) aumentamos no solo la posibilidad de ampliar las dimensiones de nuestro proyecto de investigación, sino que el entendimiento es mayor y más rápido.

Cualitativo porque conocimos a mayor profundidad acerca de nuestro tema de estudio al observar el funcionamiento que se lleva a cabo en la institución y la relevancia que este tiene, además se valoró y describió la actuación de los

factores que se involucran en el proceso del desarrollo de la investigación y su respuesta ante la puesta en práctica de las estrategias metodológicas propuestas.

Cuantitativo porque tenemos una mayor amplitud y comprensión de nuestro enfoque, además se utilizaron ponderaciones en el desarrollo de los objetivos, tomando como referencia para el desarrollo de este conocimiento; libros, documentos sobre mantenimiento y equipos médicos; además de los formularios que nos ayudaron a determinar el un buen manejo de los sistemas de mantenimiento en la institución en estudio.

3.4 Universo, Población y Muestra

En primer lugar el universo se constituyó en si por el Hospital Escuela San Juan de Dios y la población objeto de investigación constituida por las áreas de servicios clínicos del Hospital Escuela San Juan de Dios, las áreas que sobresalen son: Pediatría, Cirugía, Medicina Interna, Gineco Obstetricia, Consulta Externa y Emergencia.

Para la elaboración de la muestra, la recolección de datos tomados de esta es no probabilístico con carácter opinático o intencional porque no hay una muestra significativa de personas para la realización de esta.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos en esta investigación se utilizaron distintas técnicas como la observación, estudio piloto, entrevistas y encuestas.

Observación: Utilizamos esta técnica al visitar el lugar con el propósito de recopilar información visualmente con el fin de determinar si los equipos biomédicos cuentan con la debida gestión de mantenimiento y a la vez nos permitió conocer los proceso efectuado por los trabajadores en las instalaciones.

Entrevistas: Utilizamos esta técnica para obtener una información más completa de nuestro tema de estudio para esto se hizo uso del tipo de entrevista estructurada la cual fue aplicada a diferentes trabajadores para determinar el nivel

de eficiencia al momento de realizar el mantenimiento a los equipos biomédicos. Además que nos permitió conocer los diferentes equipos instalados en el área de UCIN e identificar la mayor problemática que se presentaba en el departamento de mantenimiento.

Encuesta: Se hizo uso de esta técnica para conocer a mayor profundidad la importancia del mantenimiento para el hospital y de igual manera conocer las opiniones y actitudes del personal sobre replantear la manera en que se lleva a cabo la gestión del mantenimiento, y la disposición del personal para pasar de trabajar de manera manual las actividades de mantenimiento a realizarlas en una forma más automatizada como lo es a través de un software.

3.6 Etapas de la investigación

3.6.1 Primera etapa: Investigación documental

La primera etapa para elaborar la investigación en el Hospital Escuela San Juan de Dios, se vio estructurada por una serie de procesos para la obtención de información, donde se utilizaron fuentes indispensables como lo son libros e internet estos brindaron a la vez una base para poder organizar la información recolectada mediante los instrumentos.

Con el uso de fuentes secundarias, se permitió realizar un análisis exhaustivo de toda la documentación y actividades relativas que se llevan a cabo en la gestión del mantenimiento para los equipos biomédicos del área de UCIN.

3.6.2 Segunda etapa: Elaboración de instrumentos

Esta etapa fue correspondiente al diseño de los respectivos instrumentos según el tipo de investigación a realizar, inicialmente se estructuró una guía de observaciones que sirvió de complemento a la investigación y de esta manera tener más amplitud sobre el tema en cuestión, adquiriendo información oportuna y veraz; por otra parte se estableció un cuestionario con preguntas específicas para ser abordadas en la entrevista la cual fue dirigida al jefe del departamento del mantenimiento del Hospital Escuela San Juan de Dios, asimismo se elaboró un

formato de encuesta el cual fue aplicado a los enfermeros/as que laboran en el área de UCIN con el objetivo de conocer el punto de vista en cuanto a la relevancia del mantenimiento en la eficiencia de la atención del servicio a los pacientes.

3.6.3 Tercera etapa: Trabajo de campo

En primer instancia, se elaboró una ruta metodológica para la investigación cuantitativa, en correspondencia como se mencionaba en la etapa anterior se elaboró un formato de encuesta dirigidas a personas específicas claves para la recolección de datos.

Tanto la encuesta como la entrevista resultaron ser un método muy significativo para el empoderamiento de información ya que mediante estos se obtuvo testimonios veraces de los participantes que sustentan el abordaje y el análisis en la investigación.

Un aspecto muy importante de enfatizar es la identificación de la problemática que surge para el control de registro de las actividades de mantenimiento y el gran volumen de información que se maneja para ello.

3.6.4 Cuarta etapa: Análisis y elaboración de documento final

Esta etapa final se vio involucrada por el análisis de los datos obtenidos mediante la aplicación de la guía de observación, entrevista y cuestionario de preguntas de la encuesta, cumpliendo de este modo con el objetivo de la investigación.

Cabe resaltar que primeramente los datos obtenidos de la observación, entrevista y encuesta fueron procesados para luego elaborar el informe final y para la estructura de este se tomó en cuenta la guía orientada por la universidad para la presentación de trabajos de seminarios de graduación.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este apartado se muestra el desarrollo del tema en cuestión y los datos recolectado durante la investigación.

4.1 Levantamiento del inventario técnico

Esta parte corresponde al levantamiento y registro de los equipos biomédicos existentes en el área de UCIN. Específicamente es un listado donde se registra información que se considera importante para planear el mantenimiento de los equipos. El haber desarrollado este punto nos condujo a conocer toda la información técnica de los equipos, datos que son oportunos para el desarrollo del sistema aplicativo.

Los aspectos generales que se lograron conocer fueron la marca, modelo y número de serie el cual permite establecer que empresas distribuyen estas marcas y puedan proporcionar asesoría técnica acerca del equipo médico.

A continuación se presenta el listado de los equipos biomédicos existentes en el área de UCIN:

Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí



Ítem	Ambiente/Servicio	Nombre del Equipo	Marca	Modelo	N° de Serie
1	Neonatología	Cuna termica	Ohmeda	4400	HCCA00517
2	Neonatología	Cuna termica	Fanem	2051	NAC19118
3	Neonatología	Cuna termica	Dison	13N100	1131211011
4	Neonatología	Cuna termica	Ohmeda	4400	ACA101146
5	Neonatología	Cuna termica	Ohmeda		HCAY01146
6	Neonatología	Cuna termica	Nestormat	Nestormar-3000	
7	Neonatología	Cuna termica	Dison	13N100	1140604001
8	Neonatología	Ventilador	Newport	e360	N10360916760
9	Neonatología	Ventilador	Newport	e360	N10360966765
10	Neonatología	Ventilador	Newport	e360	N10360916762
11	Neonatología	Ventilador	Newport	e360	N103601016990
12	Neonatología	Ventilador	Newport	e360	N09360714448
13	Neonatología	Ventilador	AVEA	Corefusion	BEV1001969
14	Neonatología	CIPAP	FISHER &	MR810	1.50119E+11
15	Neonatología	CIPAP	FISHER &	MR811	50119000758
16	Neonatología	Incubadora de transporte	Fanem	IT-158-TS	8184
17	Neonatología	Incubadora de transporte	Fanem	1TL58TS	CF8184
18	Neonatología	Monitor de signos vitales	Edan	iM8B	260112MMB07620013
19	Neonatología	Monitor de signos vitales	Contec	CMS- 8000	AX1507200098
20	Neonatología	Monitor de signos vitales	EDAN	7500	501929383
21	Neonatología	Monitor de signos vitales	Goldway	UT4000F	CN4FABAQ00609
22	Neonatología	Neulizador	Pulmonaid	56050N	
23	Neonatología	Incubadora	Ohmeda	Care Plus	HCDY00063
24	Neonatología	Incubadora	Isolette	C100	KE12890
25	Neonatología	Bomba de jeringa	JYM	JZB-1800Y	150280587
26	Neonatología	Bomba de jeringa	Lifepum	FC 112	201407
27	Neonatología	Bomba de jeringa	JXN	JZB-1800Y	15028065Z
28	Neonatología	Bomba de infusion	Lifepum	SA213	N80321026
29	Neonatología	Bomba de infusion	Lifepum	SA213	N80321022
30	Neonatología	Bomba de infusion	Neutceh	Neupump 613	40500581

Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí



Ítem	Ambiente/Servicio	Nombre del Equipo	Marca	Modelo	N° de Serie
31	Neonatología	Subsion	Aspira torsuccion	360	20150922008
32	Neonatología	Subsion	Aspira torsuccion	XB-SXT-1	
33	Neonatología	Monitor	Goldway	UT4000F	CNYFABAQ00601
34	Neonatología	Bomba de jeringa	Lifepum	fe112	201407
35	Neonatología	Incubadora	Ninebo	YP2000	1340703001
36	Neonatología	Bomba de jeringa	JXM	JZB1800Y	150280547
37	Neonatología	Bomba de jeringa	JXM	JZB1800Y	131203842
38	Neonatología	Ventilador portatil	Newport	HT 70	N1441720213254
39	Neonatología	Incubadora	Ohmeda	4000	HCDY00115
40	Neonatología	Incubadora	Ohio	190ASCII	ADGN00011
41	Neonatología	Incubadora	lingbo - David Midic	YP-970	12061102005
42	Neonatología	Incubadora	lingbo - David Midic	YP-972	12061102003
43	Neonatología	Fototerapia	Guido RXS	Phototherapy	
44	Neonatología	Fototerapia	Guido RXS	Phototherapy	
45	Neonatología	Fototerapia	Guido RXS	Phototherapy	
46	Neonatología	Fototerapia	Guido RXS	Phototherapy	
47	Neonatología	Fototerapia	Guido RXS	Phototherapy	
48	Neonatología	Fototerapia	David	XHZ-90	42141005003
49	Neonatología	Cuna termica	Fanem	2051	YAF-60127
50	Neonatología	Cuna termica	Guido RXS	Nestomar 300	
51	Neonatología	Cuna termica	Radiant-warmer	BN-100	11410290020
52	Neonatología	Bomba de jeringa	Lifepum	FC112	201407
53	Neonatología	Bomba infusion	Lifepum	SA213	201409
54	Neonatología	Fototerapia	Maxiphoto	FTH	61128
55	Neonatología	Fototerapia	Maxiphoto	FTH	FTH12F51
56	Neonatología	Fototerapia	Maxiphoto	FTH	FTH06-128
57	Neonatología	Aspirador	684C0	300	20150922008
58	Neonatología	Aspirador	Electric Suction	7A-2313	8120002
59	Neonatología	RX portatil	Siemens	1818454	3814

Tabla 1. Levantamiento de inventario en el área de UCIN Fuente: Elaboración propia

4.2 Estructura del procedimiento de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en el área de UCIN

Para fundamentar este punto se tomó como bases principales la entrevista, encuestas, información sobre cómo está organizado el departamento de mantenimiento y de esta manera conocer como es la jerarquía y ambiente de trabajo también se realizó un análisis con el diagrama de causa y efecto para identificar el contexto actual sobre la ejecución de las actividades de mantenimiento y con el cual a partir de esto se tienen los siguientes resultados.

4.2.1 Análisis de la entrevista

Realizada el 25 de octubre del año 2017 en el departamento de mantenimiento del Hospital Escuela San Juan de Dios. (Ver anexo pág. 87)

La entrevista fue realizada al jefe de mantenimiento con la cual se confirmó que efectivamente la implementación de un software ayudaría a tener un mayor control de los registros de las actividades de mantenimiento y por ende mantener a mano la información necesaria de cada una de los equipos evitando el gran volumen de información acumulada.

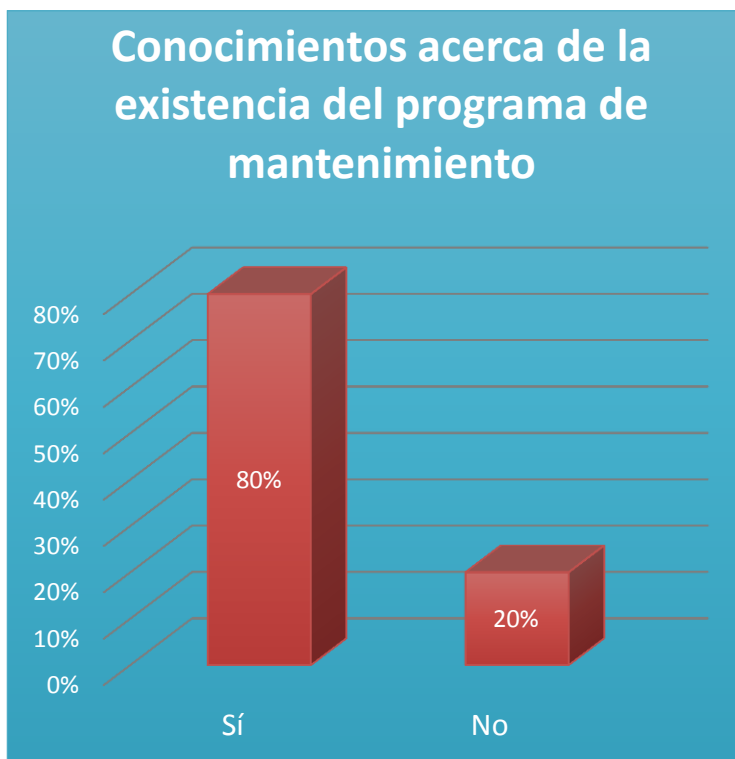
Por otra parte se observó que la gestión de mantenimiento que se realiza es de carácter preventivo y correctivo, cabe señalar que al ser aplicada la entrevista se determinó que el equipo biomédico que presenta más fallas es el monitor de signos vitales, siendo el principal problema la desconfiguración en parámetros de medición del equipo causada por daño en el sensor de medición de presión de saturación SPO2, daños en el brazalete de presión, y en la mayoría de los casos ocasionado por la mala manipulación del equipo.

4.2.2 Análisis de encuesta

Las siguientes gráficas muestran la información recopilada de las encuestas realizadas al personal de mantenimiento los cuales fueron propicios para cumplir con nuestro objetivos planteados en la investigación y de este modo conocer el contraste de la importancia del mantenimiento, asimismo identificar cuáles son las actividades y procesos involucrados en el mismo y especialmente conocer en amplitud la relevancia del uso un sistema aplicativo para la automatización de las tareas de mantenimiento.

Personal de mantenimiento

Pregunta 1: ¿Conoce ud. El programa anual/mensual del mantenimiento preventivo y correctivo e la institución?



El gráfico muestra que un 80% del personal de mantenimiento tiene conocimiento de la existencia de un programa de mantenimiento y el 20% restante opina que carece de información.

Gráfico 1. Conocimiento acerca de la existencia de a existencia del programa de mantenimiento
Fuente: Elaboración propia

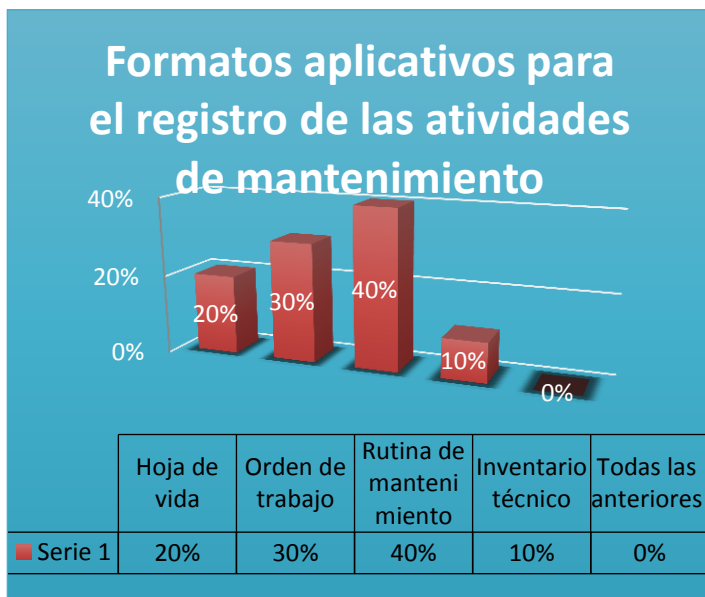
Pregunta 2: ¿Cómo se lleva a cabo el control formal de las informaciones relativas a las inspecciones preventivas y correctivas de las tareas de mantenimiento?



Un 100% de los encuestados como se visualiza en el gráfico concuerda que el control de la información con respecto a las inspecciones preventivas y correctivas se a través de formatos aplicativos impresos lo que resulta un dato muy oportuno para el desarrollo y cumplimiento de nuestros objetivos de investigación.

Gráfico 2. Control de la información de las inspecciones preventivas Fuente: Elaboración propia

Pregunta 3: ¿Qué formatos aplicativos se utilizan a la hora de registrar las tareas de mantenimiento?



Un 40% de los encuestados confirman que el formato aplicativo más usado para ejecutar las actividades de mantenimiento es el formato de rutina de mantenimiento, por otra parte un 30% concuerda que es el formato de orden de trabajo que más se emplea aunque un 20% opina que el formato a usar para el registro de las tareas es la hoja de vida, no obstante un 10% difiere que es el formato de inventario técnico que se usa.

Gráfico 3. Formatos aplicativos para el registro de las actividades de mantenimiento

Pregunta 4: ¿Está el conjunto de documentación debidamente clasificada y resulta fácilmente accesible?

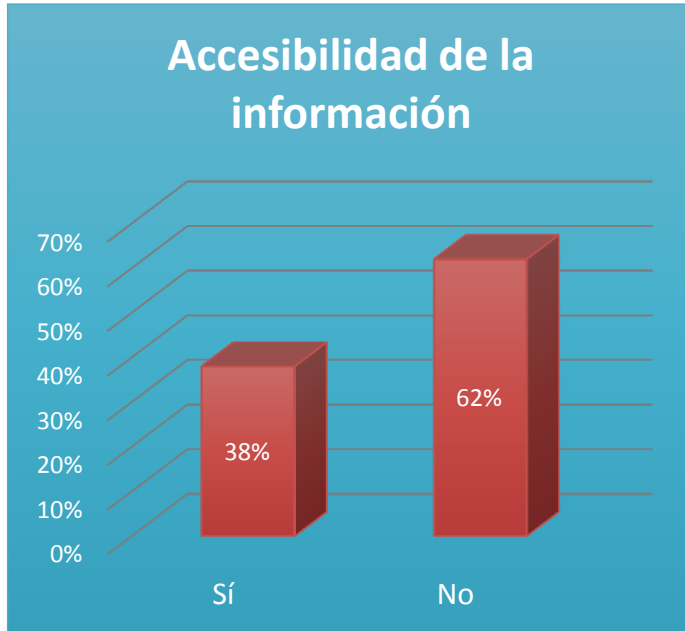


Gráfico 4. Accesibilidad de la información
Fuente: Elaboración propia

La presente gráfica muestra que un 62% de los encuestados concuerda que el conjunto de documentación de las actividades de mantenimiento no están accesibles, aunque un 38% afirma que si tiene fácil acceso a la información.

Pregunta 5: ¿Se realizan periódicamente las tareas de mantenimiento a los equipos biomédicos?

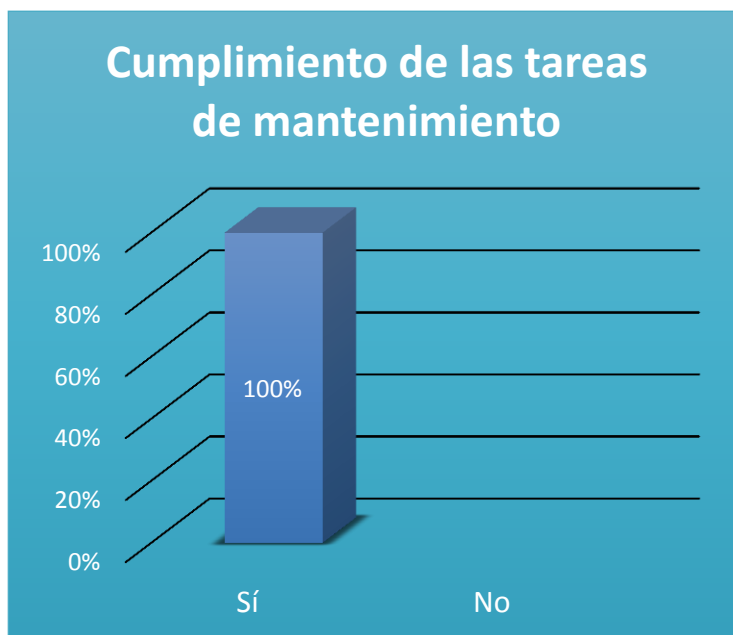
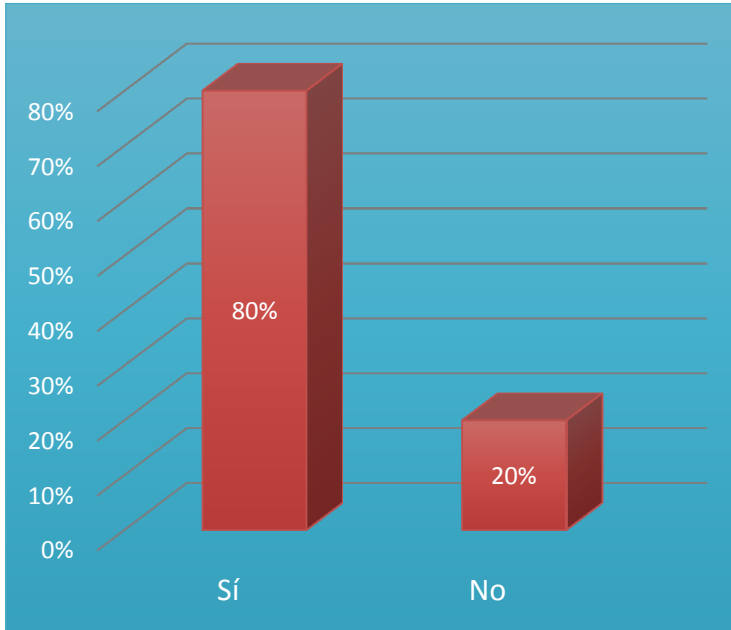


Gráfico 5. Cumplimiento de las tareas de mantenimiento
Fuente: Elaboración propia

El personal de mantenimiento concuerda que 100% se cumple con la ejecución de las tareas de mantenimiento.

Pregunta 6: ¿ Considera ud. Que hay deficiencias a la hora de operar los equipos que podrían ser superadas por a intervención del departamneto de mantenimiento?



un 80% de los encuestados considera que hay deficiencias a la hora de operar los equipos biomédicos y estos podrian ser superados con la intervención del departamento de manenimiento aunque un 20% enfatiza que no cosidera deficiencias en la operación de los equipos.

Gráfico 6. Deficiencias a la hora de operar los equipos
Fuente: Elaboración Propia

Pregunta 7: ¿Disponen de un plan semanal de distribución de los trabajos?



La disposición de un plan programado para la ejecución de las actividades es muy importante y según el 70% los encuestados confirman que disponen de uno, sin embargo un 30% opina todo lo contrario.

Gráfico 7. Disposición de un trabajo programado de mantenimiento
Fuente: Elaboración propia

Pregunta 8: ¿Cree Ud. que la implementación de un sistema aplicativo computarizado facilitaría la disponibilidad de la información de los equipos biomédicos?

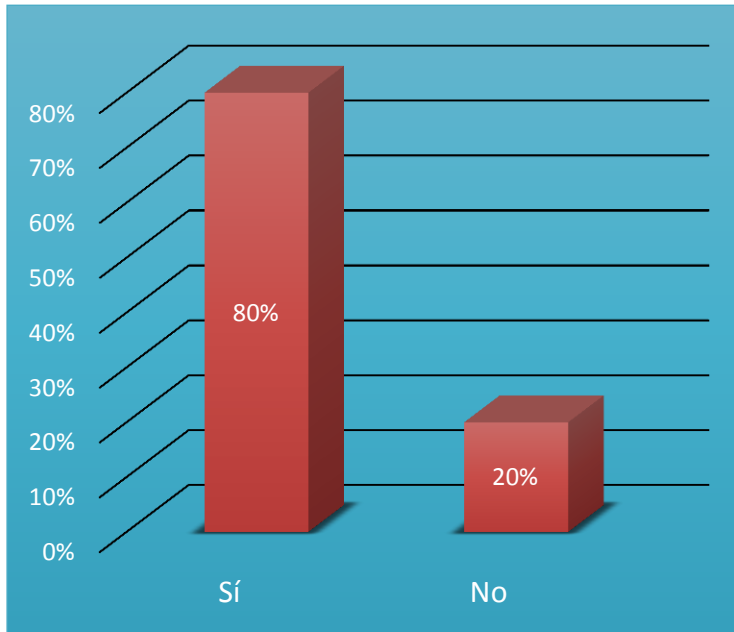


Gráfico 8. Implementación de un sistema aplicativo
Fuente: Elaboración propia

El uso de nuevas tecnologías para la sistematización de trabajos hoy en día es considerado como una opción muy ambiciosa y según un 80% del personal de mantenimiento comparte el mismo pensamiento ya que consideran oportuno la implementación de un software para el tratamiento de información lo que facilitaría la disponibilidad inmediata en la consulta de información de los equipos biomédicos aunque un restante del 20% considera no oportuno hacer uso de un sistema aplicativo.

Análisis de encuesta a enfermeros

Pregunta 1: ¿ Cree ud. que la eficiencia con la que se atiende al paciente en el area de UCIN depende en gran medida del mantenimiento que se les brinde a los equipos biómédicos?



Gráfico 9. Dependencia del mantenimiento para la eficiente atención de los pacientes

La atención y recuperación de los pacientes hospitalarios no solo dependen de los cuidados médicos y como se muestra en la gráfica un 87% de las enfermeras concuerda que efectivamente otro aspecto del cual depende el servicio médico es del mantenimiento de los equipos biomédicos aunque el 13% opina lo contrario.

Pregunta 2: ¿ De que manera ud. se involucra en las tareas de mantenimiento realizadas por los técnicos?

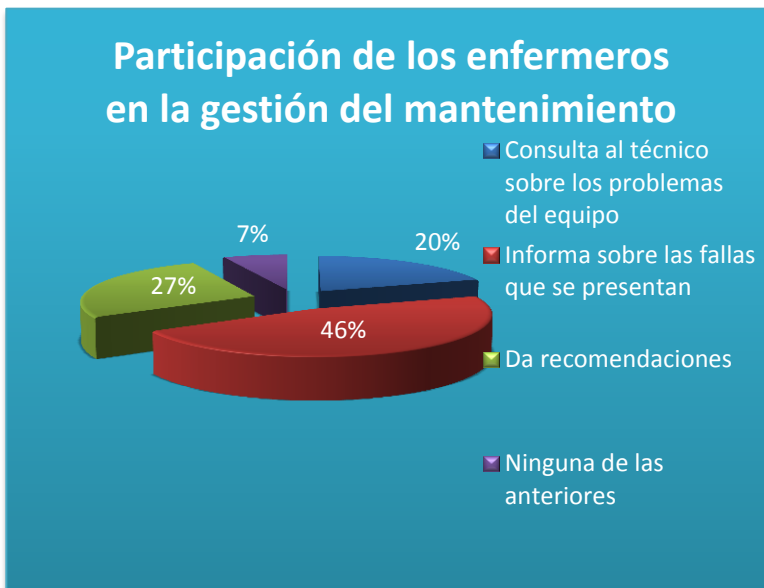


Gráfico 10. Participación de los enfermeros en la gestión del mantenimiento

El 46% de los enfermeros concuerda que en la manera que se involucran en la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos es a través del informe de fallas que se presente, un 27% considera que es mediante recomendaciones, aunque el 20% solamente consulta a los técnicos sin embargo un 7% indica no involucrarse.

Pregunta 3: ¿En caso de falla de un equipo el tiempo de respuesta, es decir el tiempo que transcurre desde que se comunica la falla hasta que el equipo es atendido es satisfactorio?



Un 60% de los encuestados afirma que el tiempo de respuesta ante las fallas que presentan en los equipos es satisfactorio aunque el 40% opina lo contrario.

Gráfico 11. Tiempo de respuesta ante una falla
Fuente: Elaboración propia

Pregunta 4: ¿Considera que las condiciones después de realizado el trabajo son por lo general satisfactorias?



Un 26% considera que las condiciones después de realizar el trabajo de mantenimiento correctivo es satisfactorio, sin embargo un 26% considera que no es satisfactorio.

Gráfico 12. El trabajo de mantenimiento correctivo es satisfactorio
Fuente: Elaboración propia

Pregunta 5: ¿Se les da algún tipo de capacitación con respecto a la operación de los equipos y sus riesgos?

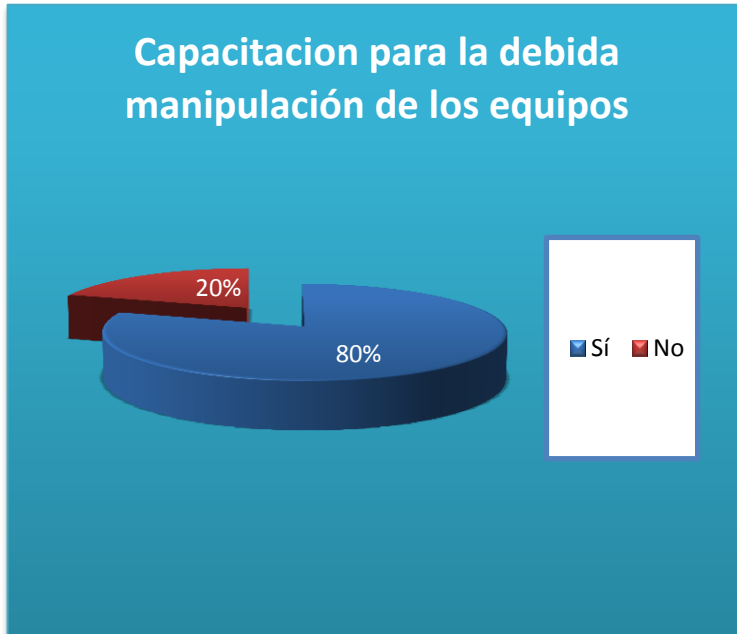


Gráfico 13. Capacitación para la debida manipulación de los equipos

El 80% de los encuestados concuerdan que no se les da una capacitación con respecto al debido uso de los equipos y un restante del 20% afirma haber recibido capacitación.

Como se pudo observar en los gráficos anteriores los datos obtenidos nos permitieron validar nuestro tema de investigación obteniendo información objetiva para la estructuración de las actividades de mantenimiento, el diseño y propuesta del software.

4.2.3 Generalidades del departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento del Hospital Escuela San Juan de Dios actualmente cuenta con un plan de gestión muy especificado, su función principal es la de proporcionar una eficiente gestión en la disponibilidad de los equipos biomédicos como también el eficiente y oportuno control de actividades de conservación que deben emplearse para mantener al día el sistema de mantenimiento.

4.2.3.1 Organigrama del departamento de mantenimiento

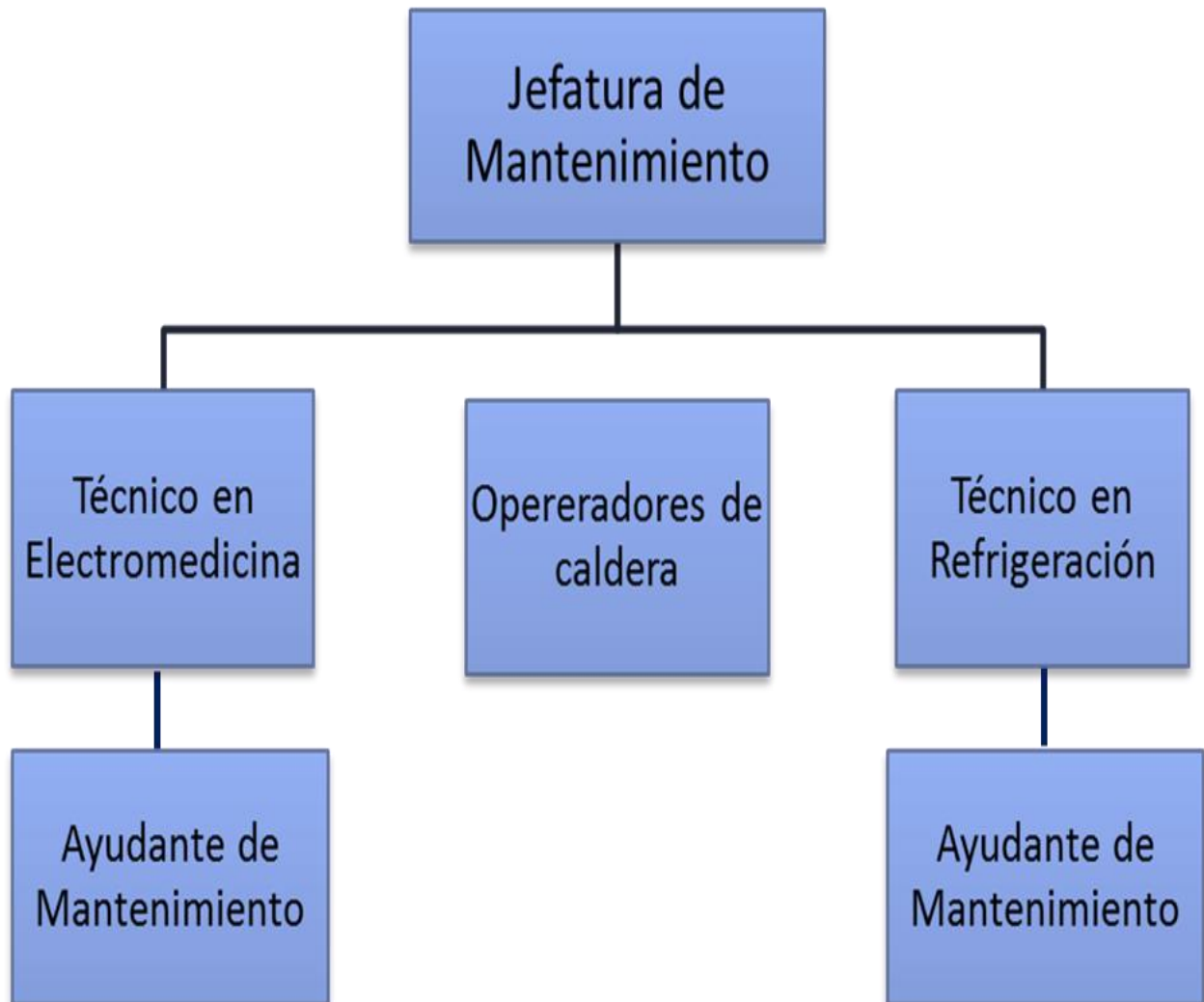


Figura 29. Organigrama del departamento de mantenimiento e ingeniería
Fuente: Hospital San Juan de Dios

4.2.4 Diagrama de causa-efecto

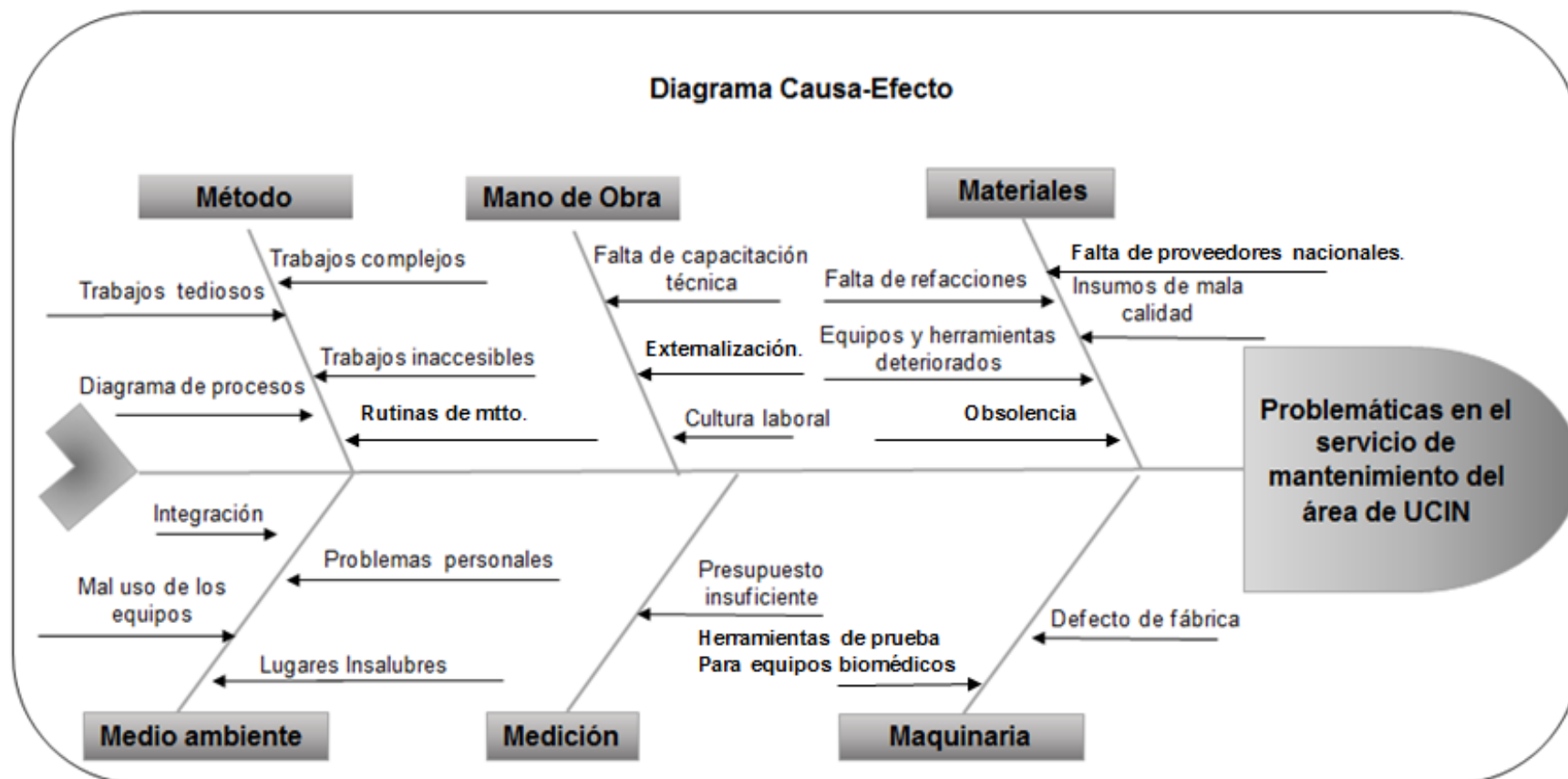


Diagrama 1 Diagrama de Causa-Efecto
Fuente: Elaboración propia

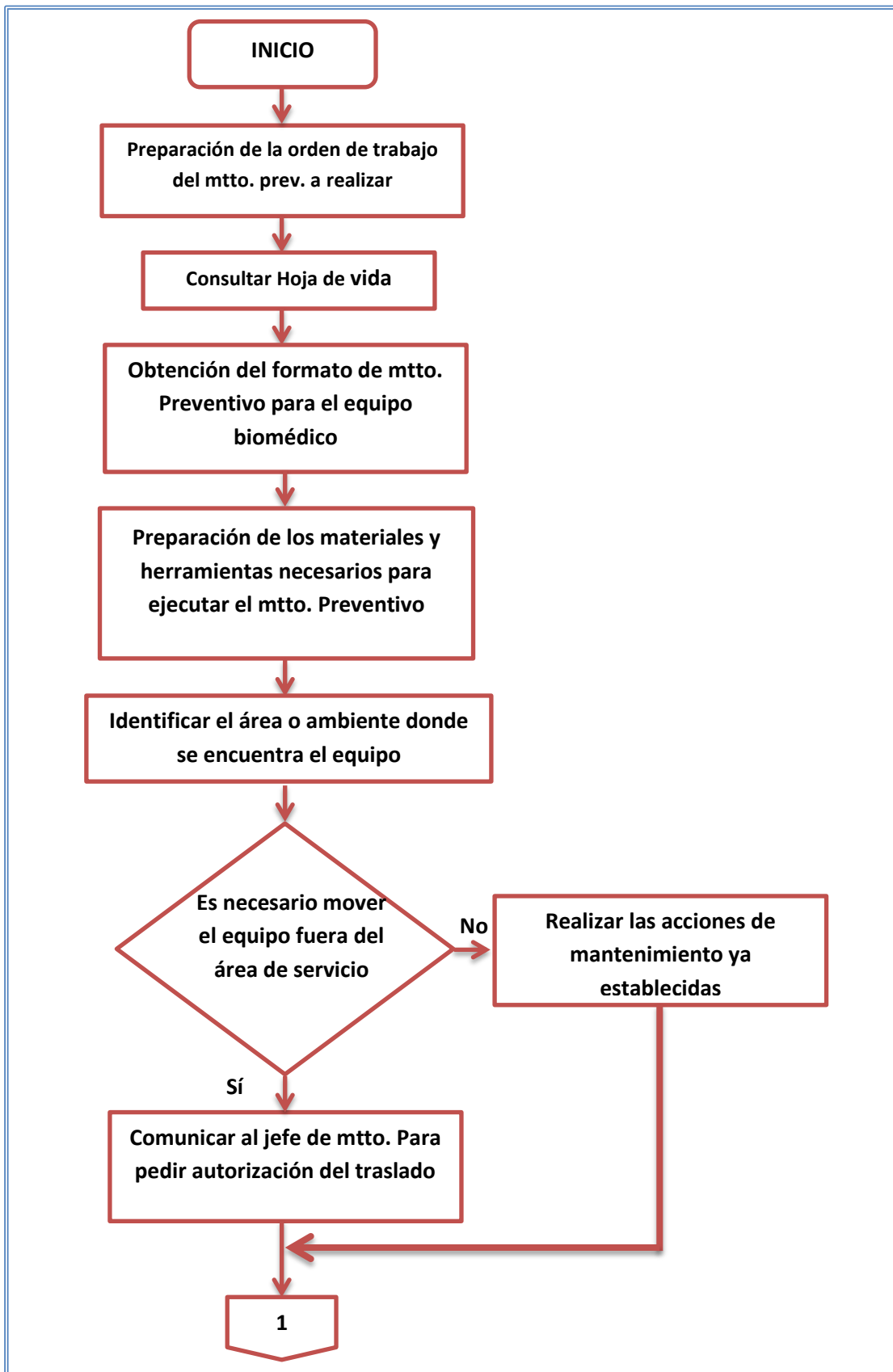
El diagrama anterior se ve reflejado las principales causas que afectan el departamento de mantenimiento e ingeniería del hospital el cual se ve involucrado **el método** en cuanto a la manera de realizar los trabajos, la **mano de obra** que directamente está relacionada con la falta de capacitación y cultura laboral del personal, **los materiales** referentes a la falta de refacciones, equipos y herramientas deterioradas e insumos de mala calidad. Otra causa es el **medio ambiente** laboral donde se ejecutan los trabajos correspondientes al mantenimiento de los equipos biomédicos de igual manera otras causas son la **medición** y lo referente a las **maquinaria** que en ocasiones vienen con defectos de fábrica. Todas estas causas traen como efecto un mal servicio en las actividades de mantenimiento de los equipos biomédicos.

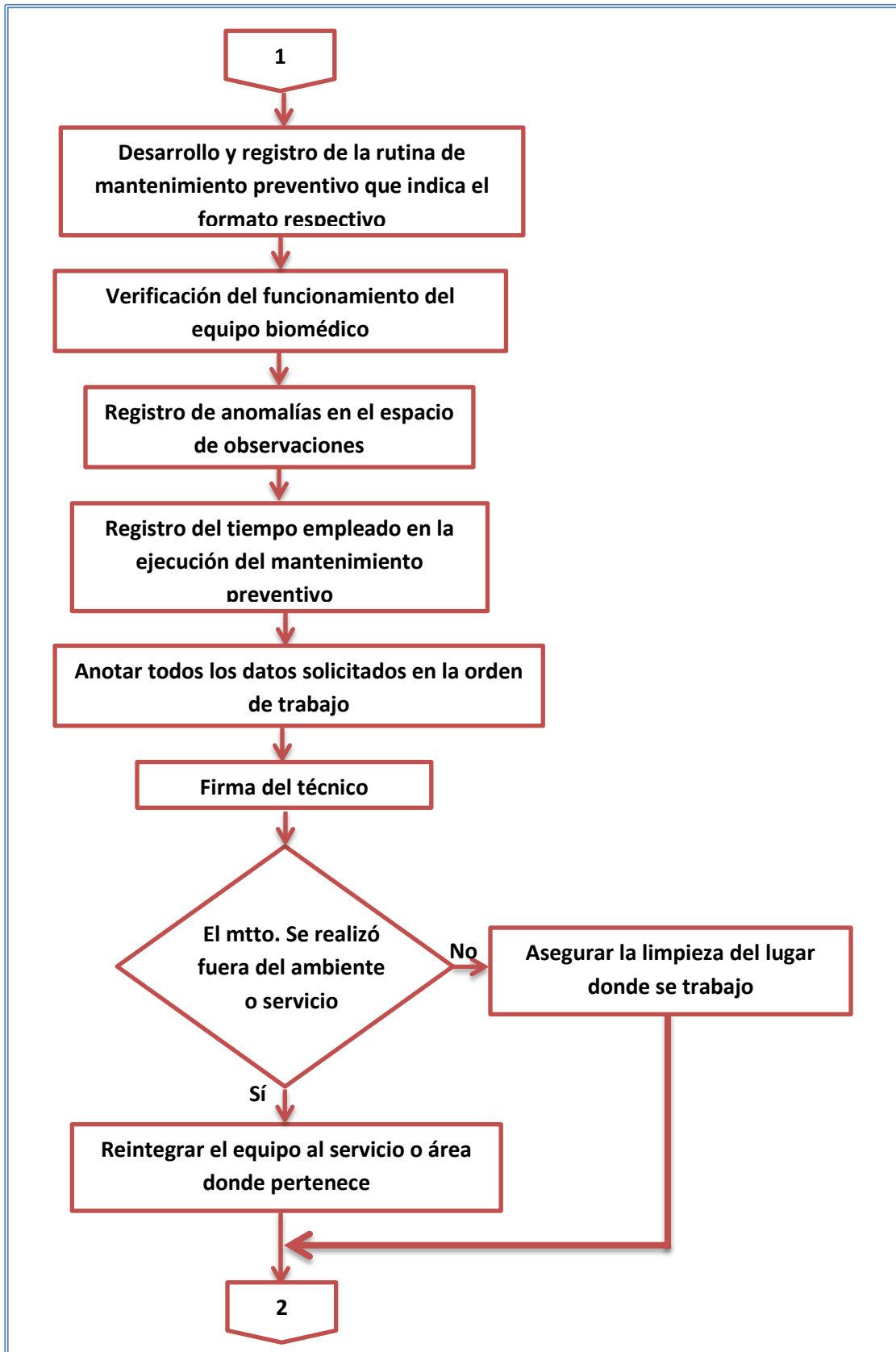
4.2.5 Mantenimiento preventivo

Este sistema tiene por objeto prevenir fallas e interrupciones en la operación de los equipos biomédicos evitando el paro imprevisto de los mismos. Cabe mencionar que mediante el trabajo de campo se determinó que las principales acciones de mantenimiento se centran en cuatro tareas básicas las cuales son: Limpieza, inspección, lubricación y ajuste.

Para llevar a cabo la acción de mantenimiento preventivo se cuenta con el diseño de un formato aplicativo de rutina de mantenimiento, el cual contiene las principales acciones a realizar. Primeramente se debe tener presente que el mantenimiento preventivo como su nombre lo indica se fundamenta en el descubrimiento oportuno y anticipado de aquellas irregularidades que pueden conducir a interrupciones en la operación normal del equipo por ende existen pasos elementales, que si bien no aparecen explícitos en la rutina de mantenimiento deben ser tomados en cuenta en la planificación y ejecución de un mantenimiento preventivo.

A continuación se presenta el desarrollo del procedimiento de mantenimiento preventivo mediante la rutina de mantenimiento.





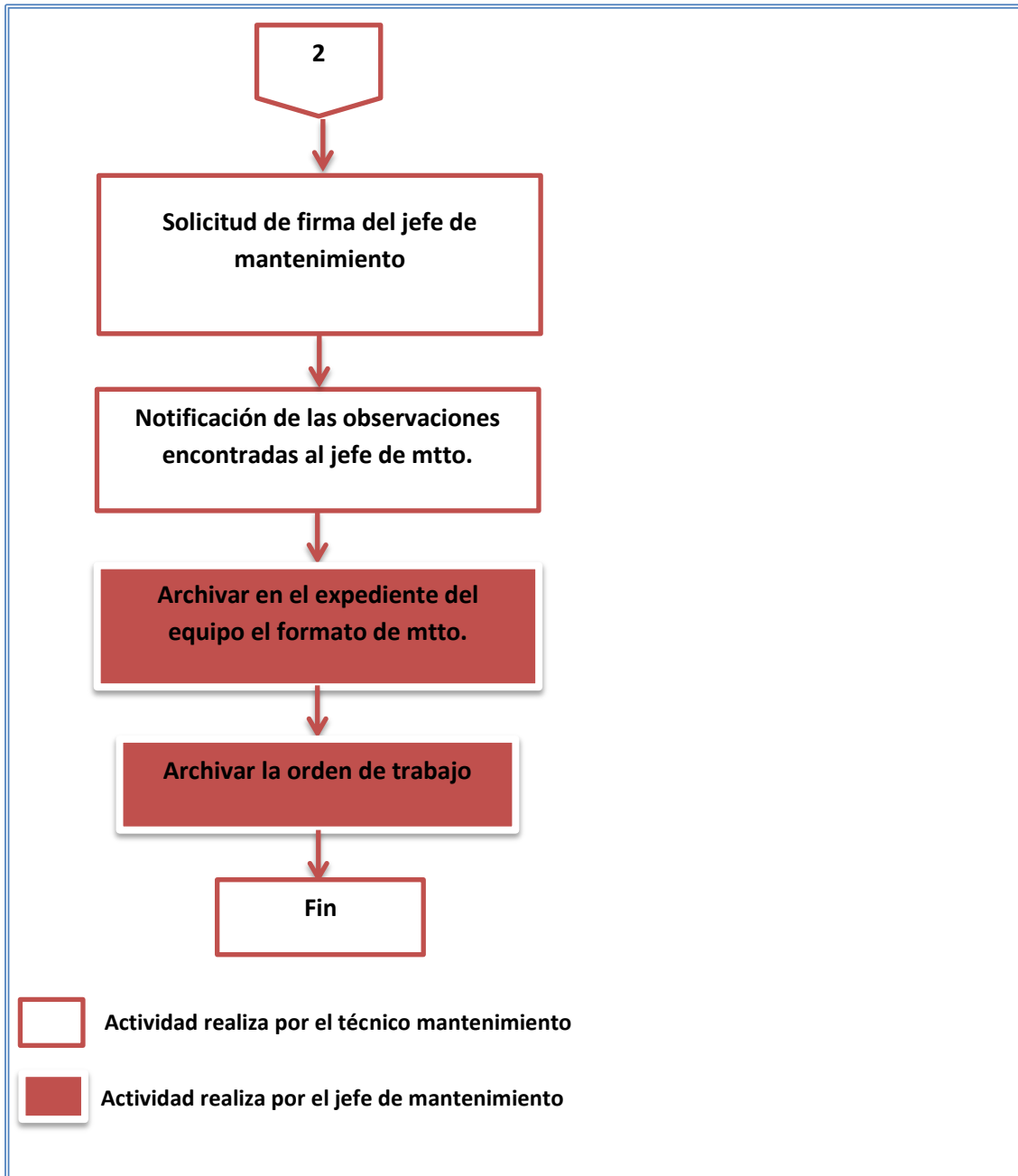


Diagrama 2. Desarrollo del procedimiento de mantenimiento preventivo mediante la rutina de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar se tiene una clara perspectiva de los pasos a seguir para emplear el mantenimiento preventivo, pasos que contribuyen en la conservación de los equipos y por ende mantener un servicio eficiente de atención a los pacientes. Para mostrarlo de manera gráfica a continuación se muestra el diagrama de Gantt de mantenimiento preventivo tomando en cuenta los tiempos que se requieren para ejecutar las actividades del trabajo.

Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí

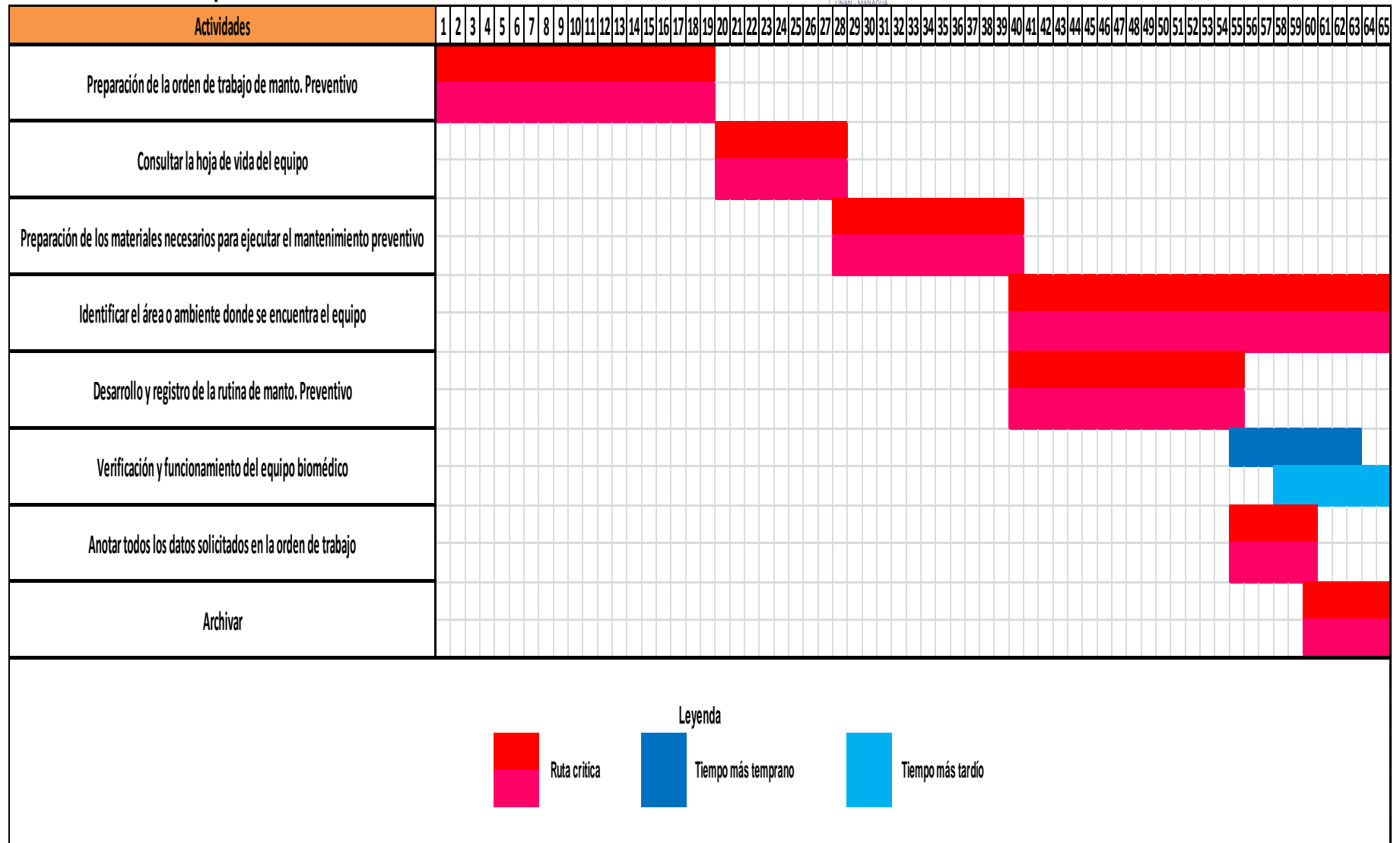


Diagrama 3. Diagrama de Gantt del mantenimiento preventivo del Hospital San Juan de Dios
Fuente: Elaboración propia

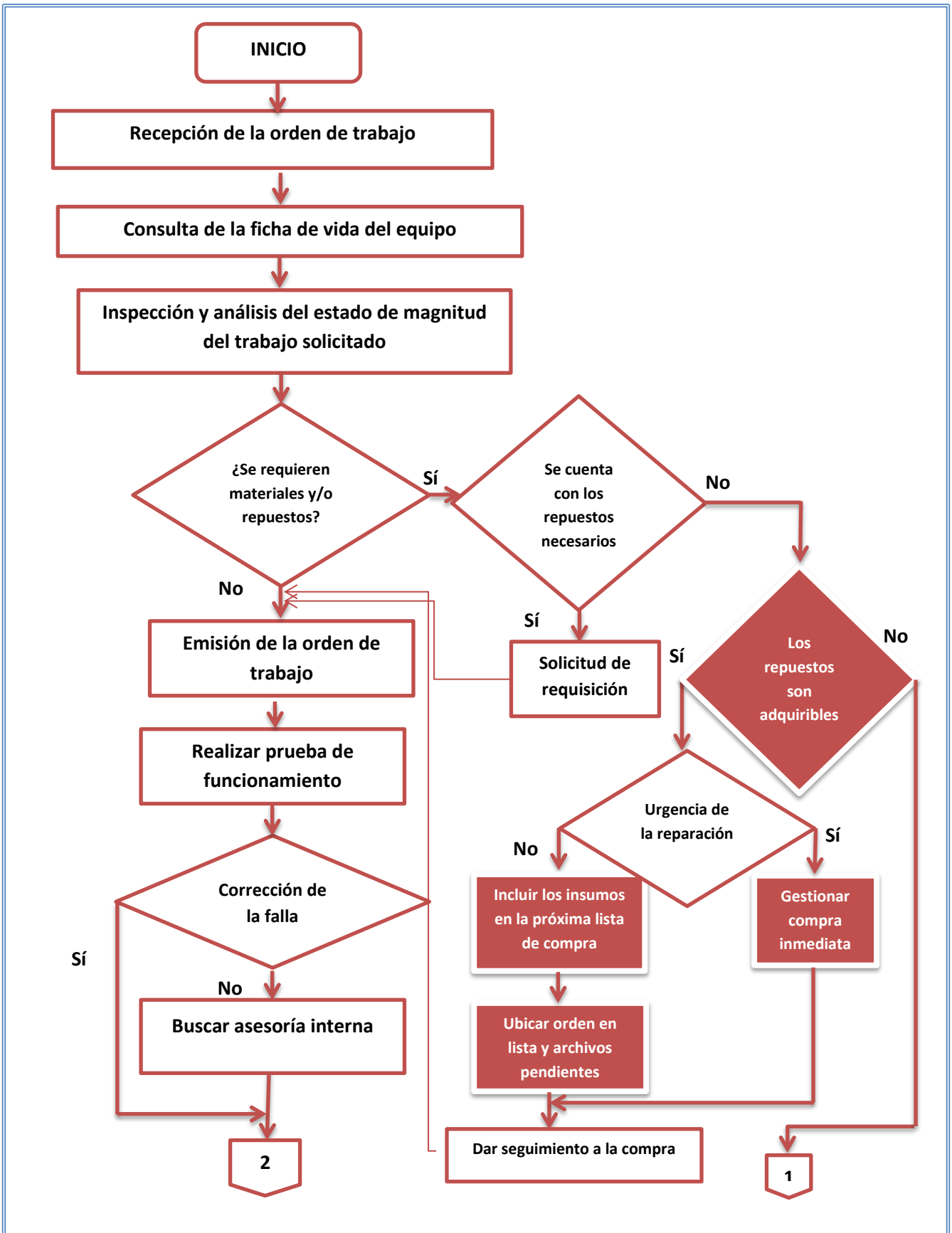
4.2.6 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo empleado a los equipos del área de UCIN está fundamentado en la realización de reparaciones de emergencia que se efectúan para evitar que haya tiempo ociosos, los cuales pueden provocar deficiencia en el servicio de atención a los pacientes, ya que es indispensable mantener en funcionamiento y disponibilidad total cada uno de los equipos biomédicos. En caso de que se presente anomalías el departamento cuenta con una serie de procedimientos para ser aplicados en el menor tiempo que sea posible para recuperar las condiciones operativas y funcionales de los equipos en corto plazo.

Algo muy importante de resaltar que cualquiera que sea la condición, todo mantenimiento correctivo en un equipo debe ser iniciado con la generación de una orden de trabajo, la cual debe ser emitida por el jefe de mantenimiento en la que debe responder a las políticas y prioridades del área de UCIN. La necesidad de un mantenimiento correctivo en un equipo se origina como tal de las solicitudes de trabajo generadas por cualquier servicio del hospital o como resultado de una inspección como se mostraba anteriormente en la rutina de mantenimiento preventivo. Los aspectos para tomar en cuenta para realizar las acciones correctivas implican conocer la prioridad si es normal, urgente o crítico y dependiendo de los siguientes criterios se asignan la orden de trabajo.

- Efectos negativos en la atención del paciente
- Interferencia con otras actividades críticas
- Interferencia o interrupción en la prestación del servicio hospitalario
- Disponibilidad de recursos económicos y mano de obra

Una vez que se toma la decisión de la asignación de la orden de trabajo el procedimiento de su ejecución no solo contempla el acto de reparar el equipo en cuestión, también incluye los pasos que se realizaron previos, durante y posterior, para preparar, gestionar y registrar lo que se necesita para ejecutar y controlar el trabajo. Los pasos que se siguen para la ejecución de una orden de trabajo se presenta a continuación:



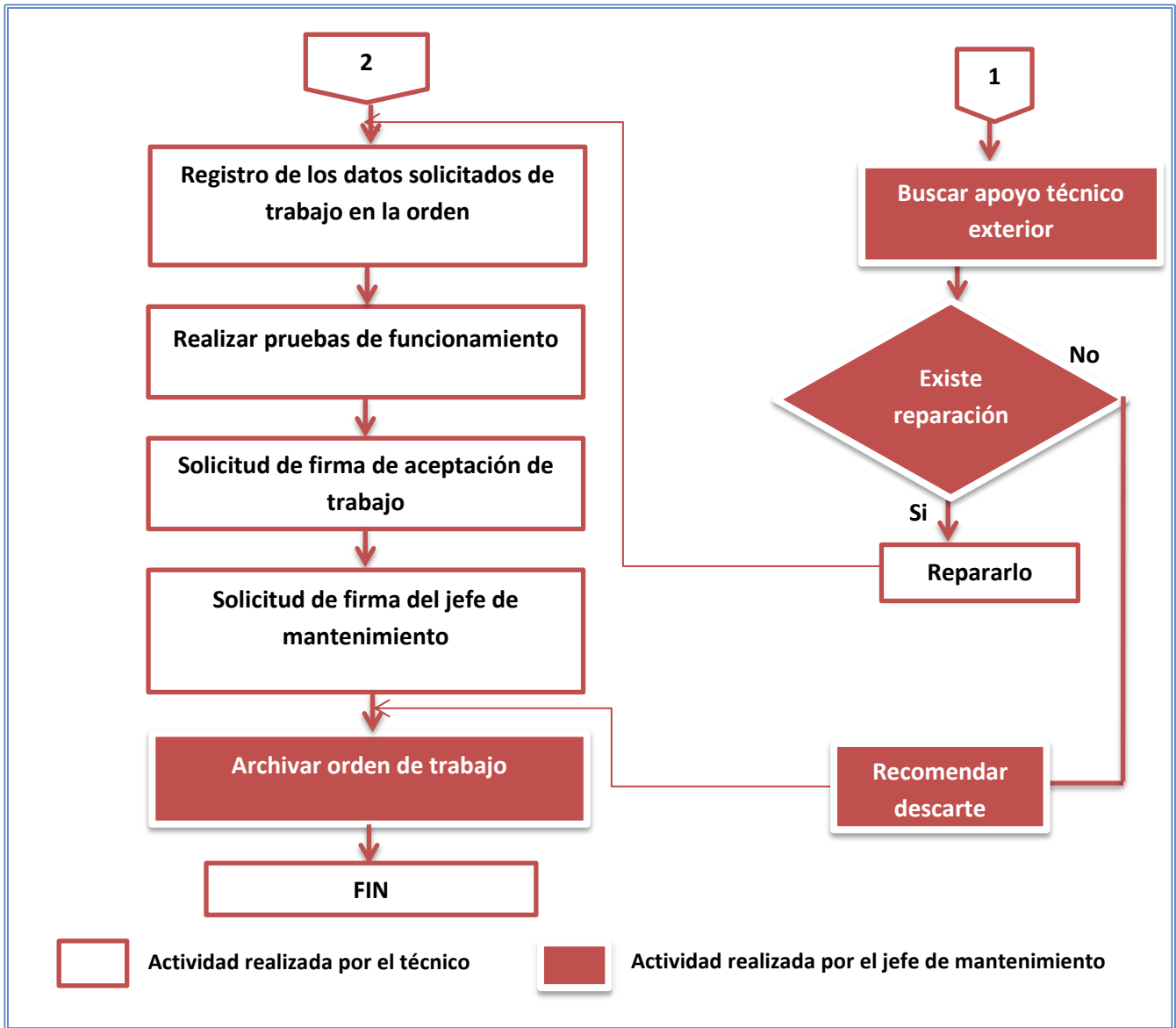


Diagrama 4. Desarrollo del mantenimiento correctivo en el Hospital Escuela San Juan de Dios
Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra el diagrama de Gantt de mantenimiento correctivo tomando en cuenta los tiempos que se requieren para ejecutar las actividades del trabajo.

Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí

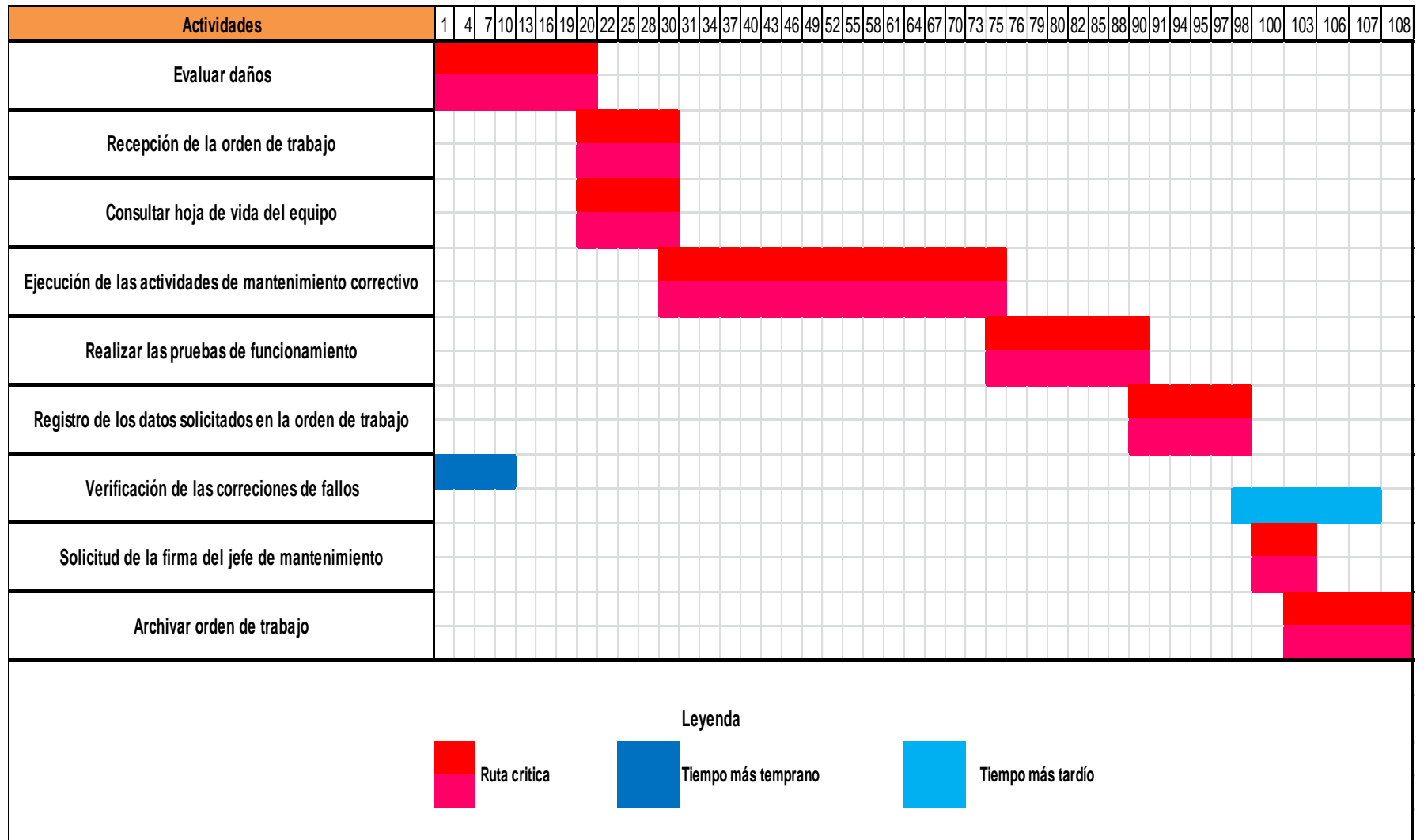


Diagrama 5. Diagrama de Gantt del mantenimiento correctivo del Hospital San Juan de Dios
Fuente: Elaboración Propia

Como se observó en las figuras anteriores la estructura de los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo siguen una secuencia lógica y un tiempo específico con el cual se debe cumplir, sin embargo frecuentemente, el jefe de mantenimiento enfrenta situaciones en las cuales los trabajos pendientes son tan numerosos y de tal complejidad que resulta casi imposible tener fácil acceso a la documentación de cada uno de los equipos biomédicos, dada tal situación resultará muy beneficioso el uso del sistema informático a proponer.

4.3 Propuesta del software para administrar las actividades de mantenimiento del área UCIN del Hospital Escuela San Juan de Dios

Eventualmente con la recopilación de datos obtenidos durante el trabajo de campo, observaciones, entrevista y encuesta se logró reunir información necesaria para realizar el respectivo diseño del sistema aplicativo y presentar una propuesta.

Cabe resaltar que uno de los puntos clave para desarrollar el sistema aplicativo a proponer fue la realización del inventario técnico en conjunto con la estructuración de las respectivas actividades de mantenimiento las cuales llevan una secuencia lógica para llevarse a cabo (diagrama 2 y 4 pág. 58-62).

Tomando como referencia que en la actualidad una vez que una empresa ha tomado la decisión de organizar su departamento de Mantenimiento, casi simultáneamente surge la necesidad de sistematizarlo con el objetivo de facilitar la administración y el procesamiento de la información, ya que la principal dificultad que se le presenta a la gestión del mantenimiento es el gran volumen de información que debe disponerse para realizar una adecuada planificación y organización de los trabajos a realizar.

Por esta razón, la gestión del mantenimiento ha evolucionado de forma dinámica y permanente con la aparición de sistemas de gestión asistidos por computadora, que vienen a captar, almacenar, procesar y generar información que permita conocer en forma oportuna los estados de los trabajos y datos relevantes que favorezcan a la toma de decisiones frente a la gestión del mantenimiento.

En la actualidad, es un requerimiento fundamental para las empresas el uso efectivo de sistemas computarizados para la administración de mantenimiento. Este concepto y modelo de trabajo ha ido evolucionando poco a poco.

La importancia de llevar el control de mantenimiento mediante el uso de un software radica en que nos permite:

- Mejor control del trabajo
- Mejor planeación y programación del trabajo.
- Mejores prácticas de Mantenimiento Preventivo y correctivo
- Programación automática de tareas e inspecciones.
- Registro de información de los proveedores y personal relacionado con mantenimiento
- Disminución de la documentación impresa y facilitación de la documentación

El software a proponer para el Hospital Escuela San Juan de Dios en el área de UCIN ha sido previsto de forma que sus funciones principales sean las del almacenamiento de información referente a los trabajos mantenimiento realizados en los equipos.

NOMBRE DEL SISTEMA: Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador

“GMAO”

4.3.1 Requerimientos para crear el sistema

Para la creación del sistema visual, se utilizó el software “Microsoft Visual, Studio 2010, y como gestor de base de datos el Software MYSQL. Además, se utilizó el software Cifre (Create Install Free) que permite generar un archivo ejecutable (.EXE) que se puede instalar presionado doble clic sobre su icono, en cualquier computador.

Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí

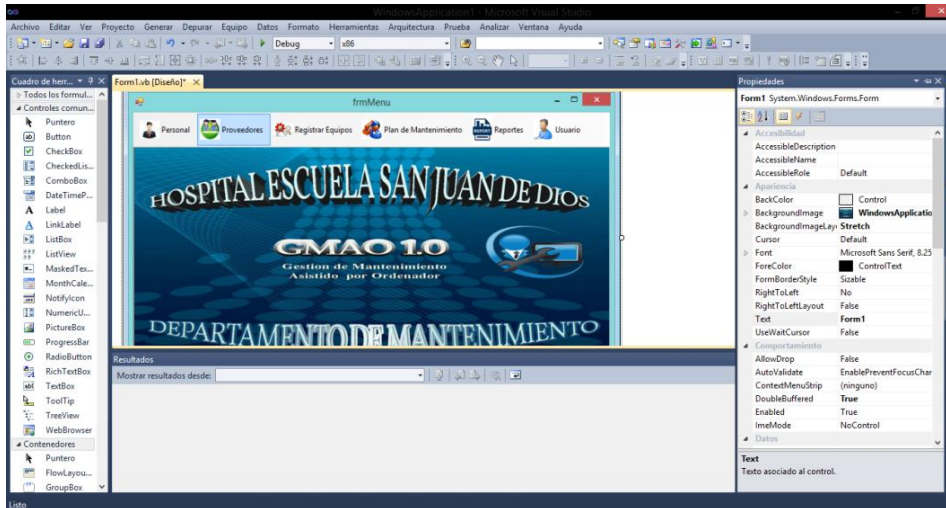


Figura 30. Programa de Visual Studio para crear la interfaz de GMAO 1.0

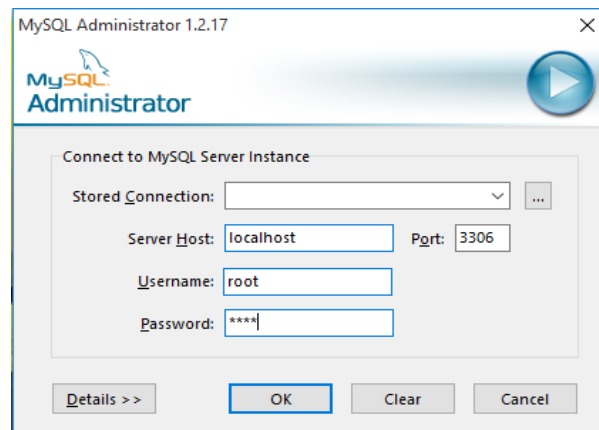


Figura 31. Programa MYSQL para la creación de la base de dato de GMAO 1.0

4.3.2 Funciones a desarrollar del sistema

El software nos presentará diferentes funciones cuya tarea será el ingreso de datos, visualización de información, organización y planificación de las distintas tareas de mantenimiento como por ejemplo: la elaboración de rutinas de trabajo, emisión de órdenes de trabajo, hojas de vida y actualización de inventario. Estas funciones estarán divididas en 6 grupos; Personal, Proveedores, Registro de equipo, Plan de mantenimiento, Reporte, Usuario y ayuda.

Al iniciar la aplicación se visualizará pequeña ventana para el ingreso de usuario y contraseña.

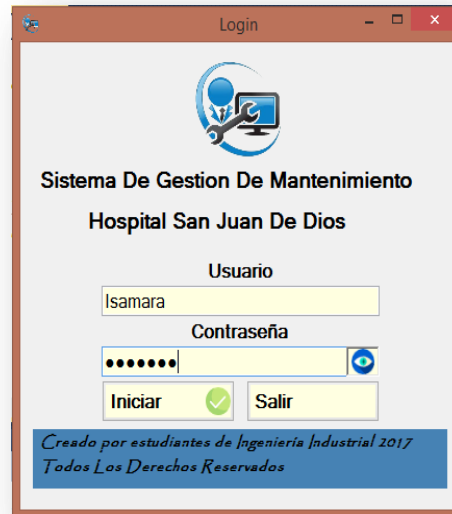


Figura 32. Pantalla de acceso al Software
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente de ingresar nombre de usuario y contraseña se nos abrirá la ventana principal del software donde se visualizará el menú general y nos mostrara los principales controles.

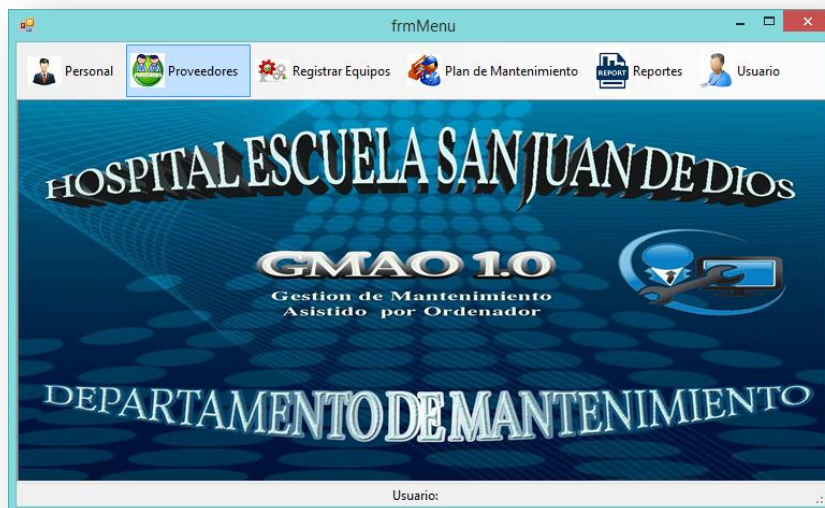


Figura 33. Pantalla Principal de menú del Software
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Con el propósito de optimizar las actividades de conservación de los equipos biomédicos se propuso crear un sistema computacional de escritorio capaz de organizar, clasificar y generar los datos necesarios para quien los requiera de manera rápida y sencilla reduciendo tiempos y por consiguiente perdidas de los mismos, esto como apoyo para la gestión del mantenimiento en el procesamiento de la información que se genera día a día; cumpliendo con los requerimientos establecidos por el área de mantenimiento del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí.

En primera instancia la implementación del software que se diseñó permite tener una mejor y mayor control de los equipos biomédicos de manera práctica da seguimiento a los trabajos de mantenimiento, se tiene un inventario que se va actualizando de manera automática con el registro de entradas y salidas de bodega, resguarda las herramientas y material existente así como el asignado a cada técnico, se tiene un historial actualizado de los equipos y se pueden evaluar los programas de manera sencilla.

A través de un análisis estructural de los objetivos planteados derivados de la toma de requerimientos, se evidencia la solución planteada con la cual hemos alcanzado cumplir las metas establecidas satisfactoriamente, ya que se logró numerar los equipos biomédicos existentes en el área de UCIN y por consiguiente se comenzó la introducción del inventario técnico en la base de datos principal del software de gestión de mantenimiento GMAO 1.0 el cual permite mantener el registro de los antes mencionados actualizados de manera constante, de rápido y fácil acceso.

Además con la organización de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo se obtuvo el cumplimiento de los estándares establecidos por el

departamento de mantenimiento para desarrollar en el software una especie de emisión de reporte de tareas dentro de un período de tiempo establecido por el usuario, lo cual permite planificar los trabajos de conservación que están próximos a ejecutarse.

La interfaz del software es amigable con el usuario debido a que esta se ha desarrollado bajo un esquema de administración participativa y activa del mantenimiento realizado por el personal del área del Hospital San Juan de Dios. Y con las pruebas de validación para un cambio de cultura organizacional orientadas hacia la calidad y mejora continua las cuales han sido aprobadas por el usuario final por lo que se prosiguió a la entrega del prototipo, en el que se logró superar inconsistencias encontradas en el sistema y obtener la versión final para su posterior implantación.

Un aspecto muy importante que mencionar es que el programa es funcional en cuanto a la velocidad con la cual este ejecuta las órdenes que se envían en tiempo real, adaptándose a las necesidades del usuario.

Con esto concluimos y afirmamos que cumplimos con los objetivos planteados al principio de este proyecto de tesis y conocer como una problemática se va desglosando para ser analizada e inmediatamente ser traducida a un lenguaje de máquina, para finalmente ser automatizada, es lo que se ha mostrado y explicado en este informe.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

Para manejar el sistema de mantenimiento asistido por computador con una mayor cantidad de máquinas y equipos se recomienda ampliar la aplicación del software de modo que permita una mejor administración para el usuario.

Se debe llevar un minucioso historial de fallas para tener un registro sobre estas y así facilitar las actividades de mantenimiento.

Para mejorar la confiabilidad de los trabajos de mantenimiento se recomienda dar capacitación técnica al personal operario mediante actualización de cursos y talleres.

Tener siempre disponibles los manuales de mantenimiento de las máquinas y equipos, en caso de que carezcan dichos manuales se debe de monitorear todas las partes de la respectiva máquina.

Establecer periodos de tiempo en los cuales deben ser ejecutadas las actividades de mantenimiento para que el equipo se conserve activo y no presente ningún tipo de fallas.


Dentro de un proyecto tan ambicioso como este, siempre se desea que haya una mejora continua del mismo; por lo tanto se le recomienda a las siguientes generaciones el interés en el proyecto, la complementación y ampliación del sistema hacia las demás áreas de servicios clínicos del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS


- (OMS), O. M. (2006).** Introducción a la gestión de equipos medicos .
- (OMS), O. M. (2012).** Introduccion a la Gestion de inventarios de Equipos Médicos . Suiza.
- Avella, M. B. (3 de junio de 2016).** *Ingenieria Mecanica*. Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>
- Babyfirst. (2012).** *La UCI neonatal*. Los Angeles.
- Dixon, D. R. (2009).** Sistemas de mantenimiento y planeación de control. Mexico: LIMUSA.
- Enma Janareth Moreno Gutierrez, C. D. (2015).** elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para una máquina bordadora automática computarizada de la empresa Bordados Nicaragua, Estelí. Etelí: UNAN-Managua, FAREM-Estelí.
- Ferrer, D. L. (2006).** Mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento. Sartanejas.
- García, S. (2009).** *Ingeniería del mantenimiento*. Renovetec.
- Garmendia, J. (Mayo 2007).** Principio de gestion, planteamiento y organización del mantenimiento . Lima, Perú: SENATI.
- Garrido, S. G. (s.f.).** *Principios de mantenimiento USB*. Obtenido de <https://principiosdemantenimientousb.wikispaces.com/04.+Implementaci%C3%B3n+del+plan+de+mantenimiento>
- Godinez, J. S. (2005).** Mantenimiento de equipos en la planta "Beneficio Loreto". Pachuca, Hidalgo: desconocida.
- González, B. G. (2010).** Guía tecnológica N°3: Unidad de fototerapia. Mexico: CENETEC.
- Guillen, M. G. (Junio de 2008).** *Xing*. Obtenido de <https://www.xing.com/communities/posts/documentos-necesarios-en-el-departamento-de-mantenimiento-1004888119>
- Vega, S. A. (1998).** *La productividad en el mantenimiento industrial* . México: Compañía editorial continental, S.A de C.V.

CAPÍTULO VIII. ANEXOS

ANEXO A. Instrumentos de recolección de datos

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA UNAN - MANAGUA</p>	<h3>Guía de Observación</h3>	
	<p>Objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Observar las metodologías y/o estrategias que pone en práctica en la ejecución de las actividades de mantenimiento. 2. Verificar si en el área se están cumpliendo con los requisitos establecidos en su programa de mantenimiento garantizando de esta manera que haya una buena gestión de este en dicha área. 	

Desarrollo	Si	No
1. El trabajador realiza el plan diario de la actividades de mantenimiento		
2. El encargado del área de mantenimiento mantiene actualizado su programa de actividades		
3. Las herramientas utilizada en la ejecución del mantenimiento a los equipos biomédicos son los adecuados		
4. Condiciones de trabajo		

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA UNAN - MANAGUA</p>	Entrevista
	Objetivo: Conocer criterios y valoraciones en cuanto a la gestión del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos del área de UCIN, por lo que solicitamos su colaboración como encargado del área de mantenimiento para que nos conteste las siguientes interrogantes.
	Fecha:
	Nombre del Entrevistado:

Preguntas	
1. ¿En el área que usted tiene asignada en el Hospital Escuela San Juan de Dios aplica estrategias para un mantenimiento eficaz y eficiente de los equipos biomédicos? _____	_____
2. ¿Cómo se sabe cuándo una maquina presenta fallas en su funcionamiento y por ende cual es el proceso para corregirlas? _____	_____
3. ¿Quién decide qué tipo de mantenimiento se le da a los equipos biomédicos del área de UCIN? _____	_____
4. ¿En el área de UCIN cuál es el equipo biomédico que presenta mayores fallas? _____	_____
5. ¿Existe un registro de expediente de cada uno de los equipos biomédicos del área de UCIN? _____	_____
6. ¿Cuenta con un stock mínimo de insumos y refacciones? _____	_____
7. ¿Lleva la institución alguna especie de registro de las actividades de mantenimiento realizada anteriormente? _____	_____

8. ¿Cuáles son las posibles causas de fallas de los equipos biomédicos del
área de UCIN? _____

9. ¿Cuáles son los costos que debe asumir la institución para realizar las
actividades de mantenimiento?

10. Según su criterio y experiencia, ¿Qué estrategias considera usted como las
más idóneas para tener un buen sistema de mantenimiento?

Firma del Entrevistado

Tabla 2. Formato de entrevista
Fuente: Elaboración Propia



UNIVERSIDAD
 NACIONAL
 AUTÓNOMA DE
 NICARAGUA,
 MANAGUA
 UNAN - MANAGUA

Encuesta a técnicos de mto. del área de UCIN

Objetivo: conocer información precisa y relevante en cuanto a las actividades de mantenimiento

Fecha:

Nombre del Encuestado:

Preguntas

1. ¿Conoce ud. El programa anual/mensual del mantenimiento preventivo y correctivo e la institución?

a) Si

b) No

2. ¿Cómo se lleva a cabo el control formal de las informaciones relativas a las inspecciones preventivas y correctivas de las tareas de mantenimiento?

a) Formatos aplicativos impresos

b) sistema aplicativo computarizado

3. ¿Qué formatos aplicativos se utilizan a la hora de registrar las tareas de mantenimiento?

a) Hojas de vida

b) Orden de trabajo

c) Rutina de mantenimiento

d) Inventario técnico

e) Todas las anteriores

4. ¿Está el conjunto de documentación debidamente clasificada y resulta fácilmente accesible?

a) Si

b) No

5. ¿Se realizan periódicamente las tareas de mantenimiento a los equipos biomédicos?

a) Si

b) No

6. ¿Considera ud. Que hay deficiencias a la hora de operar los equipos que podrían ser superadas por a intervención del departamneto de mantenimiento?

a) Si

b) No

7. ¿Disponen de un plan semanal de distribución de los trabajos?

a) Si

b) No

8. ¿Cree Ud. que la implementación de un sistema aplicativo computarizado facilitarí la disponibilidad de la información de los equipos biomédicos?

a) Si

b) No

Tabla 3. Formato de encuesta a los técnicos de mantenimiento Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Encuesta a enfermeros del área de UCIN

Objetivo: conocer información precisa y relevante en cuanto a las actividades de mantenimiento

Fecha:

Nombre del Encuestado:

Preguntas

1. ¿ Cree ud. que la eficiencia con la que se atiende al paciente en el area de UCIN depende en gran medida del mantenimiento que se les brinde a los equipos biómédicos?

a) Si

b) No

2. ¿De que manera ud. se involucra en las tareas de mantenimiento realizadas por los técnicos?

a) Consulta al técnico sobre los problemas del equipo

b) Informa sobre las fallas que se presentan

c) Da recomendaciones

d) Ninguna de las anteriores

3. ¿En caso de falla de un equipo el tiempo de respuesta, es decir el tiempo que transcurre desde que se comunica la falla hasta que el equipo es atendido es satisfactorio?

a) Si

b) No

4. ¿Considera que las condiciones despues de ralizado el trabajo son por lo general satisfactorias?

a) Si


b) No

5. ¿Se les da algun tipo de capacitación con respecto a la operación de los equipos y sus riesgos?

a) Si

b) No

**ANEXO B. Formatos aplicativos empleados para el registro de actividades de
 mantenimiento en el area de UCIN**

	<p>HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Hoja De Vida</p>		N°: 									
	<p>Datos Técnicos</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Nombre del Equipo: <u>Ventilador Portátil</u></td> <td style="width: 50%;">Fecha de Instalación: <u>2015</u></td> </tr> <tr> <td>Marca: <u>Newport</u></td> <td>Servicio: <u>Neonatología</u></td> </tr> <tr> <td>Modelo: <u>HT70</u></td> <td>Código Contable: <u>N/S</u></td> </tr> <tr> <td>N° de Serie: <u>N1441720213254</u></td> <td>Proveedor: <u>Drogueria Nuñez</u></td> </tr> <tr> <td>Fabricante: <u>USA</u></td> <td></td> </tr> </table>			Nombre del Equipo: <u>Ventilador Portátil</u>	Fecha de Instalación: <u>2015</u>	Marca: <u>Newport</u>	Servicio: <u>Neonatología</u>	Modelo: <u>HT70</u>	Código Contable: <u>N/S</u>	N° de Serie: <u>N1441720213254</u>	Proveedor: <u>Drogueria Nuñez</u>	Fabricante: <u>USA</u>
Nombre del Equipo: <u>Ventilador Portátil</u>	Fecha de Instalación: <u>2015</u>											
Marca: <u>Newport</u>	Servicio: <u>Neonatología</u>											
Modelo: <u>HT70</u>	Código Contable: <u>N/S</u>											
N° de Serie: <u>N1441720213254</u>	Proveedor: <u>Drogueria Nuñez</u>											
Fabricante: <u>USA</u>												
<p>Información Técnica</p> <p>Manual de Operaciones: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 100px;">Si <input type="checkbox"/></p> <p>Manual de Servicio: No <input type="checkbox"/></p> <p>Condiciones del Equipo:</p> <p style="padding-left: 40px;">Buena <input type="checkbox"/> Reparable <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 40px;">Regular <input type="checkbox"/> Descartable <input type="checkbox"/></p>	<p>Datos Eléctricos</p> <p>Voltaje (Volt): _____</p> <p>Corriente (Amp): _____</p> <p>Frecuencia (HZ): _____</p>											
<p>Descripción General del Estado Actual del Equipo:</p> <table border="1" style="width: 100%; height: 80px; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>												



HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
 Hoja De Vida

Nº: [Redacted]

Datos Técnicos

Nombre del Equipo:	<u>Cuna Térmica</u>	Fecha de Instalación:	<u>2012</u>
Marca:	<u>Ohmeda</u>	Servicio:	<u>Neonatología</u>
Modelo:	<u>4400</u>	Código Contable:	<u>N/S</u>
Nº de Serie:	<u>HCCA00517</u>	Proveedor:	<u>Donación USA</u>
Fabricante:	<u>USA</u>		

Información Técnica

Manual de Operaciones: Si
 No
 Si

Manual de Servicio: No

Condiciones del Equipo:

Buena Reparable
 Regular Descartable

Datos Eléctricos

Voltaje (Volt):
 Corriente (Amp):
 Frecuencia (HZ):

Descripción General del Estado Actual del Equipo:



HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
 Hoja De Vida

Nº:

Datos Técnicos

Nombre del Equipo: _____	CIPAP	Fecha de Instalación: _____	2011
Marca: _____	FISHER-PAYKEL	Servicio: _____	Neonatología
Modelo: _____	MR810	Código Contable: _____	N/S
Nº de Serie: _____	150119000784	Proveedor: _____	Droguria Nuñez
Fabricante: _____	USA		

Información Técnica

Manual de Operaciones: Si ____
 No ____
 Si ____
 Manual de Servicio: No ____
 Condiciones del Equipo:
 Buena ____ Reparable ____
 Regular ____ Descartable ____

Datos Eléctricos

Voltaje (Volt): _____
 Corriente (Amp): _____
 Frecuencia (HZ): _____

Descripción General del Estado Actual del Equipo:

Tabla 4 Hoja de Vida del CIPAP



HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Hoja De Vida

Nº:

Datos Técnicos

Nombre del Equipo:	<u>Nebulizador</u>	Fecha de Instalación:	<u>2014</u>
Marca:	<u>Pulmonaid</u>	Servicio:	<u>Neonatología</u>
Modelo:	<u>56050N</u>	Código Contable:	<u>N/S</u>
Nº de Serie:	<u>N/S</u>	Proveedor:	<u>Geuco</u>
Fabricante:	<u>USA</u>		

Información Técnica

Manual de Operaciones: Si
 No
 Si
 Manual de Servicio: No

Condiciones del Equipo:

Buena Reparable
 Regular Descartable

Datos Eléctricos

Voltaje (Volt):
 Corriente (Amp):
 Frecuencia (HZ):

Descripción General del Estado Actual del Equipo:

Tabla 5 Hoja de Vida del Nebulizador



HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
 Hoja De Vida

Nº:

Datos Técnicos

Nombre del Equipo: <u>Incubadora de Transporte</u>	Fecha de Instalación: <u>2015</u>
Marca: <u>Fanem</u>	Servicio: <u>Neonatología</u>
Modelo: <u>IT-158-TS</u>	Código Contable: <u>N/S</u>
Nº de Serie: <u>8184</u>	Proveedor: <u>Casa Terán</u>
Fabricante: <u>Fanem Ltda Brazil</u>	

Información Técnica

Manual de Operaciones: Si
 No
 Si
 Manual de Servicio: No

Condiciones del Equipo:

Buena Reparable
 Regular Descartable

Datos Eléctricos

Voltaje (Volt):
 Corriente (Amp):
 Frecuencia (HZ):

Descripción General del Estado Actual del Equipo:

Tabla 6 Hoja de Vida de la Incubadora de Transporte



HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
 Hoja De Vida

Nº:

Datos Técnicos

Nombre del Equipo:	Succión	Fecha de Instalación:	2015
Marca:	Aspira Torsucción	Servicio:	Neonatología
Modelo:	360	Código Contable:	N/S
Nº de Serie:	20150922008	Proveedor:	Geuco
Fabricante:	China		

Información Técnica

Manual de Operaciones: Si
 No
 Si
 Manual de Servicio: No
 Condiciones del Equipo:
 Buena Reparable
 Regular Descartable

Datos Eléctricos

Voltaje (Volt): _____
 Corriente (Amp): _____
 Frecuencia (HZ): _____

Descripción General del Estado Actual del Equipo:

Tabla 7 Hoja de Vida de la Succión



**HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
Hoja De Vida**

Nº:

Datos Técnicos

Nombre del Equipo:	Fototerapia	Fecha de Instalación:	2013
Marca:	Maxiphoto	Servicio:	Neonatología
Modelo:	FTH	Código Contable:	N/S
Nº de Serie:	61128	Proveedor:	Geuco
Fabricante:	USA		

Información Técnica

Manual de Operaciones: Si No

Si

Manual de Servicio: No

Condiciones del Equipo:

Buena Reparable

Regular Descartable

Datos Eléctricos

Voltaje (Volt): _____

Corriente (Amp): _____

Frecuencia (HZ): _____

Descripción General del Estado Actual del Equipo:

Tabla 8 Hoja de Vida de la Máquina de Fototerapia



HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Hoja De Vida

Nº:

Datos Técnicos

Nombre del Equipo:	Aspirador	Fecha de Instalación:	2011
Marca:	Electric Suction	Servicio:	Neonatología
Modelo:	7A-2313	Código Contable:	N/S
Nº de Serie:	8120002	Proveedor:	Geuco
Fabricante:	China		

Información Técnica

Manual de Operaciones: Si
 No
 Si
 Manual de Servicio: No
 Condiciones del Equipo:
 Buena Reparable
 Regular Descartable

Datos Eléctricos

Voltaje (Volt): _____
 Corriente (Amp): _____
 Frecuencia (HZ): _____

Descripción General del Estado Actual del Equipo:

Tabla 9 Hoja de Vida del Aspirador



HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
 Hoja De Vida

Nº:

Datos Técnicos

Nombre del Equipo:	RX Portátil	Fecha de Instalación:	2015
Marca:	Siemens	Servicio:	Neonatología
Modelo:	1818454	Código Contable:	N/S
Nº de Serie:	3814	Proveedor:	Sinter
Fabricante:	Alemania		

Información Técnica

Manual de Operaciones: Si No

Si

Manual de Servicio: No

Condiciones del Equipo:

Buena Reparable

Regular Descartable

Datos Electrónicos

Voltaje (Volt):

Corriente (Amp):

Frecuencia (HZ):

Descripción General del Estado Actual del Equipo:

Tabla 10 Hoja de Vida del RX Portátil



HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
 Hoja De Vida

Nº:

Datos Técnicos

Nombre del Equipo:	Incubadora	Fecha de Instalación:	1998
Marca:	Ohio	Servicio:	Neonatología
Modelo:	190ASC11	Código Contable:	N/S
Nº de Serie:	ADGN00011	Proveedor:	Geuco
Fabricante:	USA		

Información Técnica

Manual de Operaciones: Si
 No
 Si
 Manual de Servicio: No
 Condiciones del Equipo:
 Buena Reparable
 Regular Descartable

Datos Eléctricos

Voltaje (Volt): _____
 Corriente (Amp): _____
 Frecuencia (HZ): _____

Descripción General del Estado Actual del Equipo:

Tabla 11 Hoja de Vida de la Incubadora



HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Hoja De Vida

Nº:

Datos Técnicos

Nombre del Equipo:	Bomba de Infusión	Fecha de Instalación:	2014
Marca:	Life Pum	Servicio:	Neonatología
Modelo:	SA213	Código Contable:	N/S
Nº de Serie:	N80321026	Proveedor:	Casa Terán
Fabricante:	China		

Información Técnica

Manual de Operaciones: Si
 No
 Si
 Manual de Servicio: No

Condiciones del Equipo:

Buena Reparable
 Regular Descartable

Datos Eléctricos

Voltaje (Volt): _____
 Corriente (Amp): _____
 Frecuencia (HZ): _____

Descripción General del Estado Actual del Equipo:

Tabla 12 Hoja de Vida de la Bomba de Infusión



HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS
 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Hoja De Vida

Nº:

Datos Técnicos

Nombre del Equipo:	<u>Ventilador Portátil</u>	Fecha de Instalación:	<u>2015</u>
Marca:	<u>Newport</u>	Servicio:	<u>Neonatología</u>
Modelo:	<u>HT70</u>	Código Contable:	<u>N/S</u>
Nº de Serie:	<u>N1441720213254</u>	Proveedor:	<u>Droguería Nuñez</u>
Fabricante:	<u>USA</u>		

Información Técnica

Manual de Operaciones: Si

No

Si

Manual de Servicio: No

Condiciones del Equipo:

Buena Reparable

Regular Descartable

Datos Eléctricos

Voltaje (Volt):

Corriente (Amp):

Frecuencia (HZ):

Descripción General del Estado Actual del Equipo:

Tabla 13 Hoja de Vida del Ventilador Portátil

**Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por
computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del
Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí**




RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		MINISTERIO DE SALUD HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS ESTELI DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
Equipo	Bomba de Infusión	Servicio: UCI Adulto, UCI Neonatal.					
Marca	Neutceh						
Modelo	Neupump 613	Ambiente: UCI Y UCIN					
Serie	40500581						
Nº inv. técnico	1						
ID							
Bimensual		1	2	3	4	5	6
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo							
Efectuar limpieza integral externa del equipo							
Inspeccionar cable de red, sensor de flujo, bomba, etiquetas indicadoras y demás accesorios							
Efectuar limpieza integral interna							
Verificar el funcionamiento de bomba y motor de la bomba							
Realizar lubricación de partes móviles que la requieran si es necesario							
Verificar membrana de la bomba, cambiar si es necesario							
Verificar condición de carga de la batería							
Verificar el funcionamiento de alarmas							
Medir volumen entregado en ml (ver reverso)							
Efectuar prueba de seguridad eléctrica (ver reverso)							
Verificar funcionamiento del equipo en conjunto con el operador							

Fecha de Realización						
Firma del Técnico						

Tabla 14 Rutina de Mantenimiento de la Bomba de Infusión

**Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por
computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del
Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí**

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO	MINISTERIO DE SALUD HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS ESTELI DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
	Equipo	Incubadora para Infantes	Servicio: UCI Neonatal.				
Marca	Isolete	Ambiente: UCIN					
Modelo	C100						
Serie	KE12890						
Nº inv. técnico	1	1	2	3	4	5	6
ID							
Bimensual							
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo							
Efectuar limpieza integral externa							
Revisar: gabinete, cubierta, mangas, portamangas y picaporte de sostén							
Verificar estado de rodos y demás partes móviles por posible desgaste, lubricar si es necesario							
Efectuar limpieza integral interna del equipo							
Revisar componentes eléctricos y electrónicos (calefactor, cable de alimentación, fusible, tomacorriente, etc.)							
Revisar sistema neumático (mangueras, conectores, suministro de oxígeno, etc.)							
Verificar estado y funcionamiento (incluyendo vibración) del motor ventilador, lubricar si es necesario							
Realizar prueba de nivel de ruido (< 68 dB)							
Comprobar entrada de oxígeno, aire, depósito de agua, y filtro bacteriológico cambiarlo							
Comprobar funcionamiento de sistema servocontrolado (si el equipo cuenta con ello)							
Verificar indicadores y alarmas, visuales y acústicas (temperatura 30°C a 40°C) y sus sensores							
Verificar parámetros de funcionamiento: temperatura, oxígeno, humedad							
Realizar prueba de seguridad eléctrica (ver reverso)							

**Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por
computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del
Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí**




Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación						
Fecha de Realización						
Firma del Técnico						

Observaciones: . _____

**Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por
computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del
Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí**



	MINISTERIO DE SALUD DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO ORDEN DE TRABAJO	N° De Orden: _____ Fecha De Emisión: _____ N° Ge: _____												
Unidad De Salud: _____ Departamento Solicitante: _____ N° De Solicitud De Servicio: _____ Fecha De Recepción De Solicitud: _____ Nombre del Equipo: _____ Marca: _____ Modelo: _____ N° de Serie: _____														
Descripción Del Problema:														
_____ _____ _____														
Asignado a:														
Área de Mantenimiento: _____ Fecha De Asignación: _____ Nombre Del Técnico: _____ Fecha De Asignación: _____														
Tipo De Trabajo Realizado:														
Reparación: _____ Supervisión de Contrato: _____ Diagnóstico: _____ Instalación: _____ Mantenimiento Preventivo: _____ Contrato: _____ Otros: _____														
Especifique: _____														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:50%;">Descripción Del Problema</th> <th style="width:50%;">Descripción Del Trabajo Realizado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Descripción Del Problema	Descripción Del Trabajo Realizado										
Descripción Del Problema	Descripción Del Trabajo Realizado													
Observaciones:														
_____ _____ _____														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:15%;">Fecha De Inicio De Operaciones</th> <th style="width:15%;">Fecha Que Terminó El Trabajo</th> <th style="width:15%;">No. De Horas Utilizadas</th> <th style="width:15%;">Costo De Mano De Obra</th> <th style="width:15%;">Costo De Materiales y Repuestos</th> <th style="width:15%;">Costo Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			Fecha De Inicio De Operaciones	Fecha Que Terminó El Trabajo	No. De Horas Utilizadas	Costo De Mano De Obra	Costo De Materiales y Repuestos	Costo Total						
Fecha De Inicio De Operaciones	Fecha Que Terminó El Trabajo	No. De Horas Utilizadas	Costo De Mano De Obra	Costo De Materiales y Repuestos	Costo Total									
<table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%; text-align: center;"> _____ Firma Del Técnico Responsable </td> <td style="width:50%; text-align: center;"> _____ Firma del Jefe de Mantenimiento </td> </tr> <tr> <td style="width:50%; text-align: center;"> _____ Firma De Aceptación Del Departamento Solicitante </td> <td style="width:50%; text-align: center;"> _____ Fecha de Aceptación Conforme </td> </tr> </table>			_____ Firma Del Técnico Responsable	_____ Firma del Jefe de Mantenimiento	_____ Firma De Aceptación Del Departamento Solicitante	_____ Fecha de Aceptación Conforme								
_____ Firma Del Técnico Responsable	_____ Firma del Jefe de Mantenimiento													
_____ Firma De Aceptación Del Departamento Solicitante	_____ Fecha de Aceptación Conforme													

ANEXO C. Fotografías tomados en el área de estudio.



Figura 35. Lámpara fototerapia.
Fuente: Hospital escuela San Jun de Dios



Figura 36. Hospital Escuela San Juan de Dios



Figura 34. Bomba de inyección. Fuente:
Hospital Escuela San Juan de Dios

Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) del Hospital Escuela San Juan de Dios de Estelí



Figura 37. Ventilador
Fuente: Hospital Escuela San Juan de Dios



Figura 38. Incubadora. Fuente: Hospital Escuela San Juan de Dios



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

GMAO 1.0

SOFTWARE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

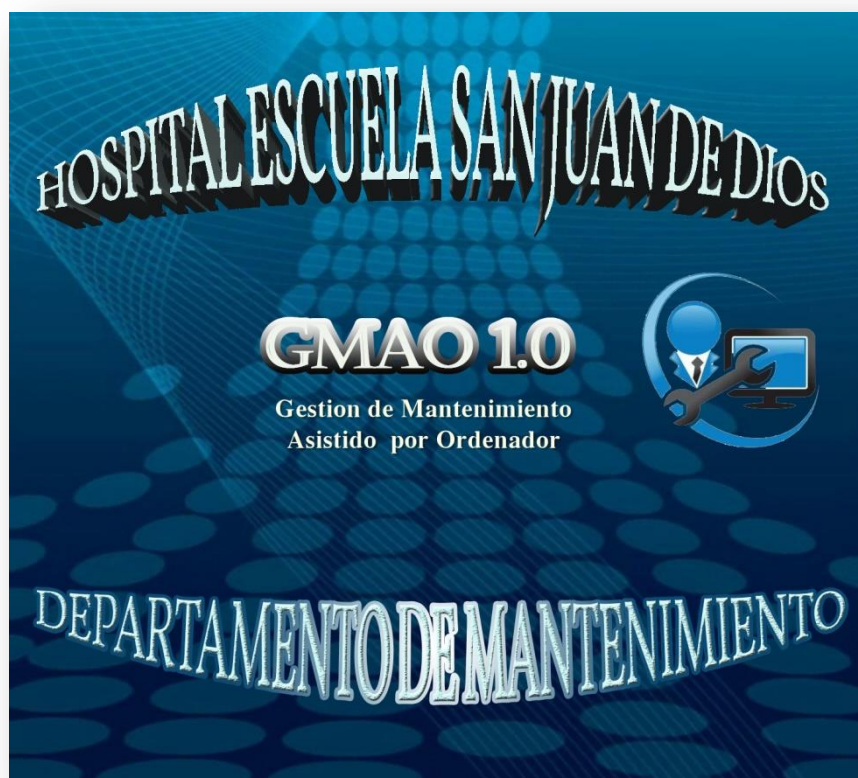


MANUAL DE USO

Ing. Industrial

Gestión de mantenimiento asistido por ordenador para los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos del área de UCIN del Hospital Escuela San Juan de Dios

Juan de Dios



Autores:

- Br. Escarlet Sarahy Arvizú Morán
- Br. Dania Lisseth Alaniz Talavera
- Br. Isamara Francisca Bravo Contrera

Estelí, Noviembre 2017

Índice

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVO DE ESTE MANUAL	1
III.	PROCESOS QUE AUTOMATIZA EL SISTEMA GMAO 1.0.....	1
	3.1. Registro de datos generales del personal.....	1
	3.2. Registro de proveedores.....	2
	3.3. Registro de equipos biomédicos	2
	3.4. Registro de plan de mantenimiento	2
IV.	INGRESO AL SISTEMA.....	3
	4.1. Guía de instalación del sistema	3
	4.2. Acceso al login o pantalla de inicio	6
V.	MENU PRINCIPAL	7
	5.1 Registro de personal.....	8
	5.1.1. Datos personales	8
	5.2. Registro de proveedores.....	9
	5.2.1 Datos generales de los proveedores.....	10
	5.3. Registro de equipos	11
	5.3.1 Datos generales del equipo.....	11
	5.3.2. Hoja de vida del equipo	12
	5.4. Registro del plan de mantenimiento	13
	5.4.1. Orden de trabajo	14
	5.4.2. Mantenimiento y recordatorio	18
	5.4.3. Eventos	19
	5.5. Reportes	20
	5.5.1. Reporte de inventario	21
	5.5.2. Reporte de inventario de rutina crítica.....	22
	5.6. Usuarios.....	22
	5.6.1. Registrar usuarios	23
	5.6.2. Cambiar mi clave.....	24
	5.6.3. Cambiar de usuario	24

I. INTRODUCCIÓN

Este documento describirá de manera clara como utilizar el sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO). El sistema fue creado con el objetivo de registrar, y presentar datos relacionados al mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos biomédicos realizados por el departamento de mantenimiento e ingeniería del Hospital Escuela San Juan de Dios Estelí.

Se debe estudiar detenidamente este manual de uso antes de empezar a usar el software. En esta guía del usuario se ofrece una visión general de las características de la aplicación y se indican las instrucciones que deben seguirse paso a paso para realizar diversas tareas.

II. OBJETIVO DE ESTE MANUAL

El objetivo principal de éste manual es ayudar y guiar al usuario a utilizar sistema GMAO 1.0 (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador) y de esta manera obtenga la información deseada despejando todas las dudas existentes por el usuario.

Este Manual Contiene:

- Guía para acceder a la Instalación del Sistema GMAO 1.0.
- Explicación sobre cómo utilizar el sistema, mediante una descripción detallada e ilustrada de las opciones.

Propósito: El propósito de este manual es facilitar al usuario la operación de las diferentes pantallas de captura y consulta de la información que se administra en el Sistema GMAO 1.0.

III. PROCESOS QUE AUTOMATIZA EL SISTEMA GMAO 1.0

Esta versión estándar dispone de los siguientes módulos con los que se realizan las funciones más habituales que se le exige a un software de mantenimiento.

- Registros de datos generales del personal
- Registro de proveedores
- Registro de equipos
- Registro del plan de mantenimiento anual

3.1. Registro de datos generales del personal

El sistema automatizado facilita el proceso de registro de empleados del departamento de mantenimiento de esta manera el usuario podrá llenar los campos donde debe insertar los datos del empleado guardándolo de forma automática con solo presionar un botón, también permite visualizar una lista de todos los empleados que han sido registrados dentro de el mismo formulario. Esta información registrada permanece guardada en la base de datos la cual se puede actualizar o eliminar cada vez que el usuario desee.



3.2. Registro de proveedores

El sistema automatizado permite el registro de todas las empresas o personas físicas (proveedores) que suministran los equipos al almacén.

En este módulo se pueden establecer los proveedores para cada uno de los equipos, esto puede llegar a ser una ardua tarea, sin embargo, este trabajo puede hacerse en forma gradual y transparente para el usuario, ya que los proveedores se van asignando conforme entran los equipos al almacén. Cuando damos entrada a un equipo al almacén, indicamos el proveedor que lo surte en ese momento y automáticamente queda asignado como proveedor del equipo. Con el transcurso de tiempo todos los equipos que hayan ingresado al almacén terminarán con uno o varios proveedores asignados.

3.3. Registro de equipos biomédicos

El inventario constituye el primer instrumento con que cuenta un buen servicio de mantenimiento para poder ejecutar cualquier tipo de trabajo o programa.

Se debe de preparar una hoja por cada equipo consignando la información de tipo general, técnica y operacional, relacionada con cada equipo en particular, se encuentre o no instalado y en condiciones de funcionamiento, como base fundamental para facilitar el levantamiento de un inventario técnico que refleje en forma simple y ágil sus condiciones físico funcionales.

Esta información resulta útil para lo siguiente:

- Conocer la cantidad, tipo y localización de los equipos con que cuenta la institución
- Establecer sus características, el estado actual de funcionamiento, y obtener otra información de interés para el servicio de mantenimiento el hospital.

En relación a lo anteriormente mencionado el sistema cuenta con un módulo donde se llevan a cabo todas las operaciones de inventario como movimiento de entradas, salidas y consulta de existencias.

3.4. Registro de plan de mantenimiento

En este módulo el sistema permite que el usuario genere las órdenes de trabajo diarias, semanales, mensuales, bimensuales, trimestrales etc. Para ejecutar los mantenimientos, registrar los que ya fueron realizados y consultar el historial de los mismos.

Al entrar al módulo "Orden de Trabajo", el GMAO 1.0 presenta una lista con todos aquellos equipos que tienen una o varias actividades de mantenimiento preventivo que deben realizarse en el periodo asignado. Una orden de trabajo mensual por ejemplo presentara todas las actividades de mantenimiento preventivo que deben realizarse en el mes.

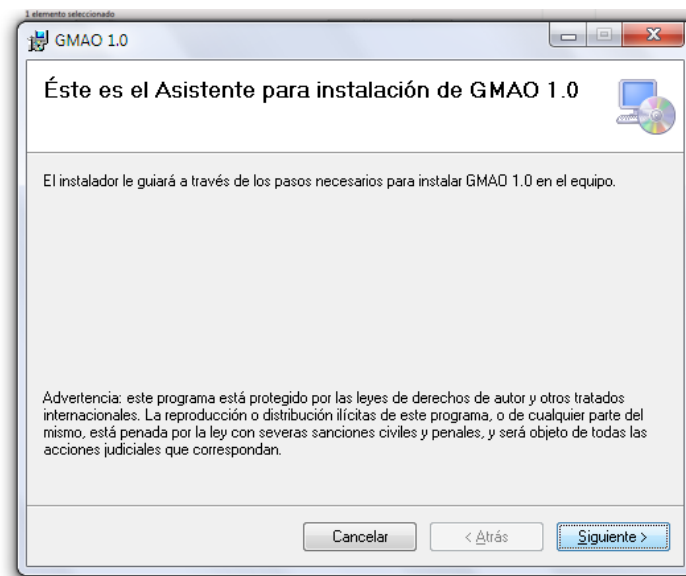
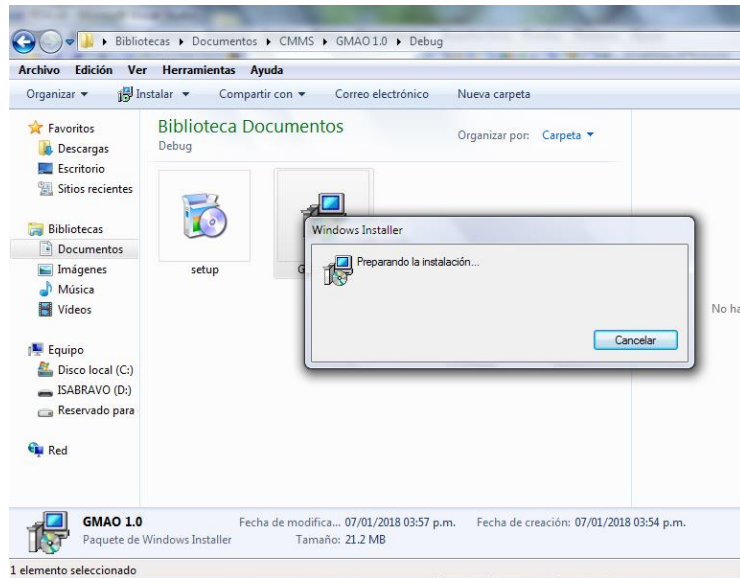
Para poder cerrar una orden de trabajo, es necesario indicar al GMAO 1.0 los trabajos que realizó físicamente.

La orden de trabajo resultante proporciona información sobre la tarea a ser realizada y constituye una fuente de información básica para el registro y contabilización de los costos ocasionados por la función de mantenimiento.

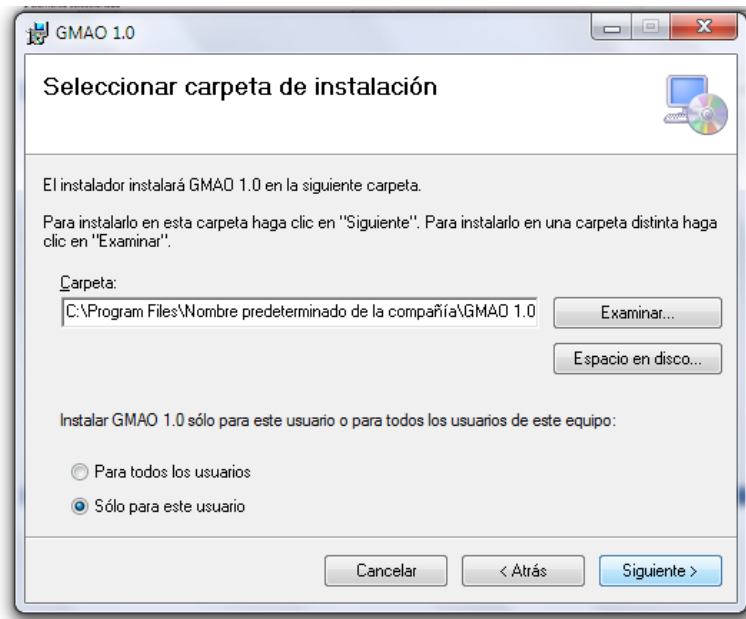
IV. INGRESO AL SISTEMA

4.1. Guía de instalación del sistema

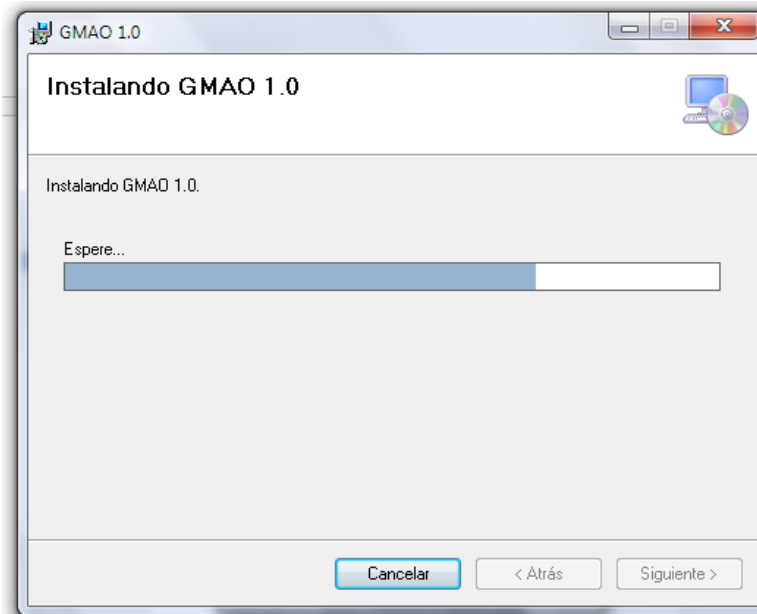
Para instalar el sistema GMAO 1.0 debe ejecutarlo y seguir las siguientes instrucciones que se muestran a continuación en las imágenes:



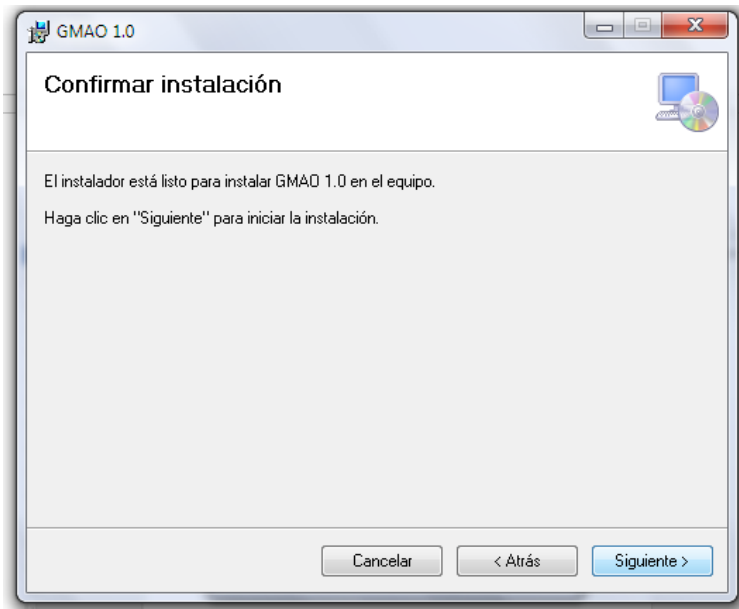
Presionamos **siguiete** y se mostrara una ventana y marcaremos **“Solo para este usuario”**



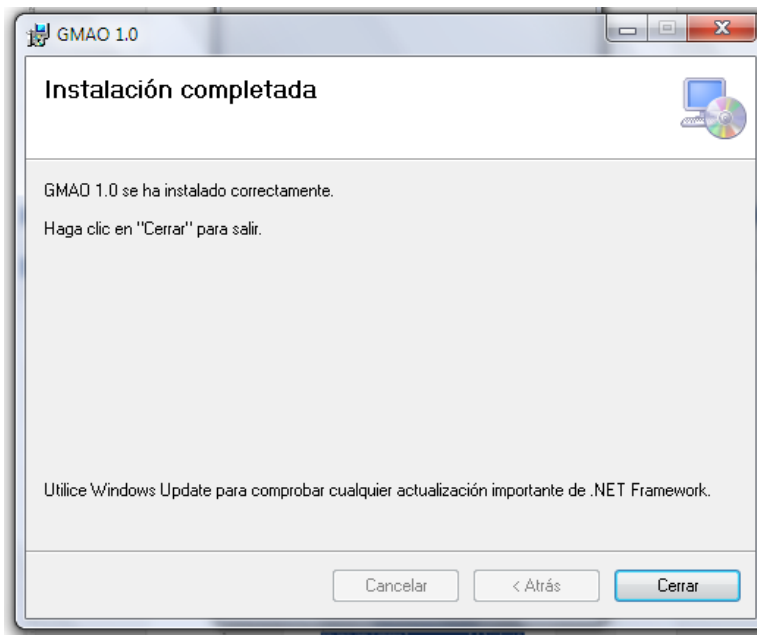
Pulsamos **siguiente** y se mostrará la ventana que carga los datos de la instalación del sistema.



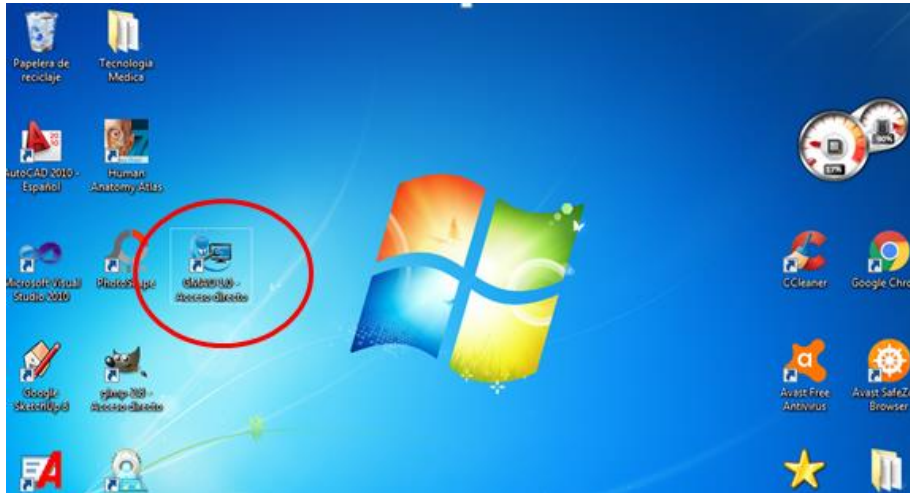
Una vez cargados los datos se muestra la siguiente ventana, en donde presionaremos **Siguiente** para confirmar la instalación del sistema.



Una vez que se confirme la instalación del sistema nos muestra que la instalación esta completada y damos clic en **Cerrar** para salir de la instalación.



Al finalizar el paquete de instalación del GMAO 1.0 automáticamente se crea un icono de acceso directo en el escritorio, tal como se muestra a continuación:



4.2. Acceso al login o pantalla de inicio



Figura 39. Pantalla de inicio

	N°	Opciones	Descripción
Caja de texto	1	Nombre de usuario	Ingrese su nombre de usuario en la campo de texto.
		Contraseña Usuario	Ingrese su contraseña correctamente para que pueda acceder.
Casilla de verificación	2	Icono de verificación mostrar	Si desea que se visualice su contraseña haga Clic en la opción Mostrar .
Botones	3	Botón ingresar	Hacer Clic en el botón Ingresar para acceder al sistema.
		Botón cancelar	Hacer Clic en el botón Cancelar si desea cancelar la operación.

V. MENU PRINCIPAL

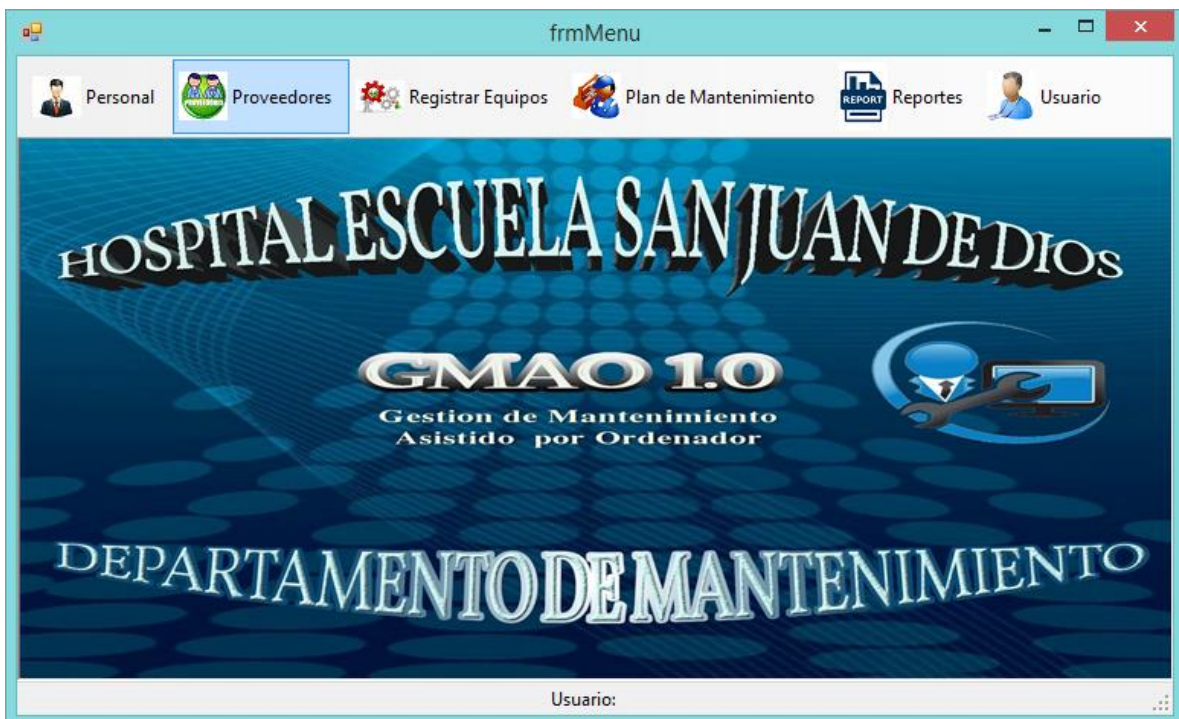


Figura 40. Menú principal

Barra de menú

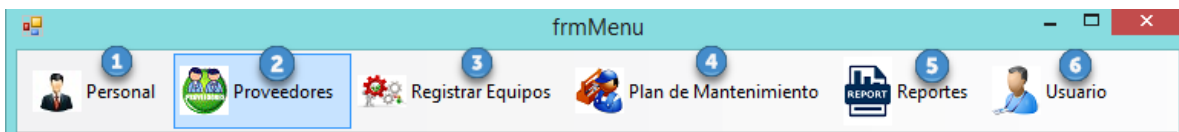


Figura 41. Barra de Menú

N°	Opciones	Descripción
1	Personal	En esta sección se lleva a cabo el registro de los empleados
2	Proveedores	El sistema automatizado permite el registro de todas las empresas o personas físicas (proveedores) que suministran los equipos al almacén.
3	Registrar equipos	El sistema lleva a cabo todas las operaciones de inventario como movimiento de entradas, salidas y consulta de existencias.
4	Plan de mantenimiento	En este módulo el sistema permite que el usuario genere las órdenes de trabajo diarias, mensuales, bimensuales, etc. Además se muestra un módulo de recordatorio y eventos pendientes.
5	Reportes	El usuario podrá ver los reportes de registro de inventarios y plan de mantenimiento
6	Usuarios	Aquí se permite agregar nuevos usuarios para que utilicen el sistema, o eliminar los que ya no manejen el sistema.

5.1 Registro de personal

En la parte superior del **Menu principal** se presentan las opción **Personal**. En este ítem se muestra un menú desplegable que permite registrar los **Datos Personales** de los empleados.

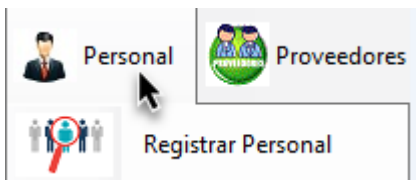


Figura 42. Ítem menú desplegable del personal

5.1.1. Datos personales



Figura 43. Interfaz datos personales de los empleados

La interfaz Datos **Personales Empleados** permite guardar, actualizar y ver los registros de los empleados. A continuación, se explican los campos:

Caja de texto	1	Código	Ingrese código correspondiente a cada empleado.
		Nombre	Ingrese nombre completo del empleado.
		Cargo	Ingrese el cargo correspondiente del empleado
		Correo	Ingrese el correo del empleado
		N° de Cédula	Ingrese el número de cedula del empleado.
		Dirección	Ingrese la dirección del empleado.
		N° de teléfono	Ingrese el número de teléfono
Botones	2	Botón Guardar	Al hacer clic en este botón el usuario podrá guardar los datos ingresados del empleado.
		Botón Nuevo	Al hacer clic en el botón “Nuevo” podrá agregar un nuevo empleado al sistema.
		Botón Eliminar	Al hacer clic en el botón “Eliminar” se da de baja a un empleado.
		Botón Atrás	Al hacer clic en el botón “Atrás” el usuario accede al menú principal.
		Botón Examinar	Al hacer clic en el botón “Examinar” se visualiza un cuadro de dialogo del explorador de Windows.
Lista de empleados registrados	3	Lista de empleados	En este módulo se cargan automáticamente la lista de los empleados registrados y al hacer clic se mostraran los detalles de cada uno de estos.

5.2. Registro de proveedores



Figura 44. Ítem desplegable de proveedores

5.2.1 Datos generales de los proveedores

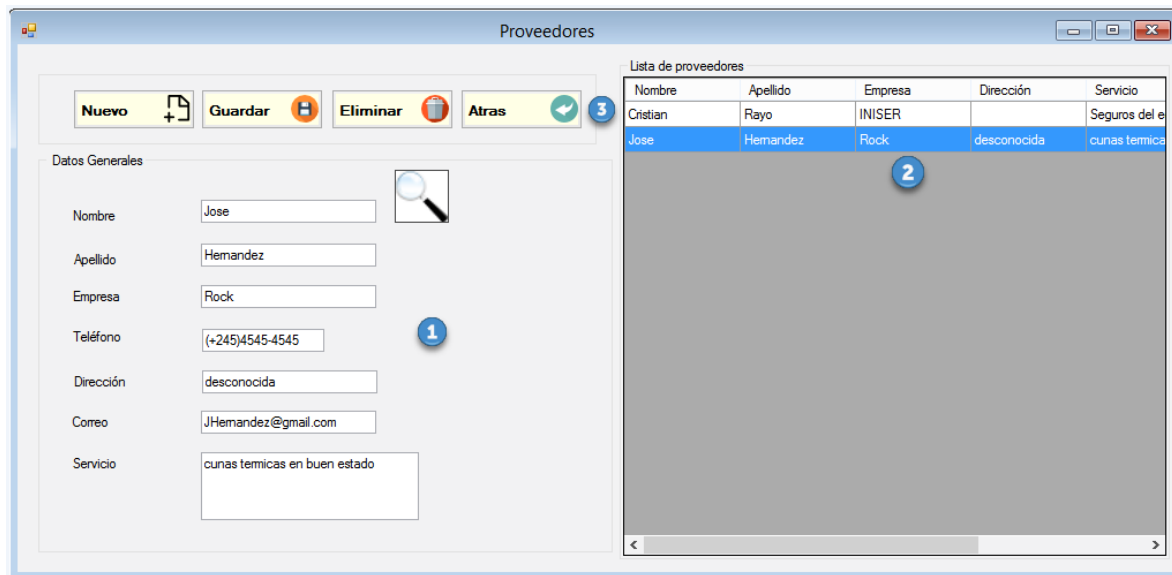


Figura 45 Registro de Proveedores

Caja de texto	1	Nombre	Ingrese los nombres del proveedor.
		Apellidos	Ingrese los apellidos del proveedor.
		Empresa	Ingrese el nombre de la empresa que provee el equipo.
		Teléfono	Ingrese el número de teléfono del proveedor
		Dirección	Ingrese la dirección del proveedor
		Correo	Ingrese el correo del proveedor.
		Servicio	Detalle el servicio que ofrece el proveedor
Botones	2	Botón Nuevo	Al hacer clic en el botón "Nuevo" podrá agregar un nuevo empleado al sistema.
		Botón Guardar	Al hacer clic en este botón el usuario podrá guardar los datos ingresados del empleado.
		Botón Eliminar	Al hacer clic en el botón "Eliminar" se da de baja a un empleado.
		Botón Atrás	Al hacer clic en el botón "Atrás" el usuario

			accede al menú principal.
		Botón Examinar	Al hacer clic en el botón “Examinar” se visualiza un cuadro de dialogo del explorador de Windows donde podrá seleccionar la imagen del proveedor correspondiente, en la ruta en que se encuentre ubicada.
Lista de proveedores registrados	3	Lista de proveedores	En este módulo se cargan automáticamente la lista de los proveedores registrados y al hacer clic se mostraran los detalles de cada uno de estos.

5.3. Registro de equipos



Figura 46 Ítem del menú desplegable de registro de equipos

5.3.1 Datos generales del equipo

The screenshot shows the 'Equipo' application window. On the left, there is a form for entering equipment details. The fields are: Nombre (Ventilador), Marca (Newport), Modelo (e360), Serie (N10360966765), and Area (UCIN). Below the form is a 'foto' section with an image of a ventilator and an 'Importar' button. On the right, there is an 'Acciones' section with buttons for Guardar, Actualizar, Eliminar, Salir, and Nuevo. Below the actions is a search bar labeled 'Buscar'. At the bottom right, there is a table with the following columns: Nombre, Marca, Modelo, Serie, and Area. The table contains 15 rows of equipment data. A blue circle with the number '1' is placed over the 'Datos del equipo' form, a blue circle with '2' is over the table, and a blue circle with '3' is over the 'Acciones' buttons. A blue circle with '4' is over the 'Llenar hoja de vida' button that appears when hovering over a row in the table.

Nombre	Marca	Modelo	Serie	Area
Cuna temica	Ohmeda	4400	HCCA00517	UCIN
Cuna temica	Fanem	2051	NAC19118	UCIN
Cuna temica	Dison	13N100	1131211011	UCIN
Cuna temica	Ohmeda	4400	ACA101146	UCIN
Cuna temica	Ohmeda		HCAY01146	UCIN
Cuna temica	Nestomat	Nestomar-3000		UCIN
Cuna temica	Dison	13N100	1140604001	UCIN
Ventilador	Newport	e360	N10360916760	UCIN
Ventilador	Newport	e360	N10360966765	UCIN
Ventilador	Newport	e360	N103601016990	UCIN
Ventilador	Newport	e360	N09360714448	UCIN
Ventilador	AVEA	Corefusion	BEV1001969	UCIN
CIPAP	FISHER & PAYKEL	MR810	150119000784.00	UCIN

Figura 47 Registro de inventario

Caja de texto	1	Nombre	Ingrese el nombre del equipo.
		Marca	Ingrese la marca del equipo
		Modelo	Ingrese el modelo del equipo.
		Serie	Ingrese el número de serie del equipo.
		Área	Ingrese el área en la que se encuentra instalado el equipo.
Lista de equipos registrados	2	Lista de equipos	En este módulo se cargan automáticamente la lista de los equipos registrados y al hacer clic derecho se mostrara la hoja de vida del equipo seleccionado.
Botones	3	Botón Nuevo	Al hacer clic en el botón “Nuevo” podrá agregar un nuevo equipo al sistema.
		Botón Guardar	Al hacer clic en este botón el usuario podrá guardar los datos ingresados del equipo.
		Botón Eliminar	Al hacer clic en el botón “Eliminar” se da de baja a un equipo.
		Botón Atrás	Al hacer clic en el botón “Atrás” el usuario accede al menú principal.
		Botón Importar	Al hacer clic en el botón “Importar” se visualiza un cuadro de dialogo del explorador de Windows donde podrá seleccionar la imagen del equipo correspondiente, en la ruta en que esta se encuentre ubicada.

5.3.2. Hoja de vida del equipo

Figura 48 Hoja de vida del equipo

Cajas de texto	1	Nombre del equipo	Ingrese el nombre del equipo.
		Marca	Ingrese la marca del equipo
		Modelo	Ingrese el modelo del equipo.
		Serie	Ingrese el número de serie del equipo.
		Fábrica	Ingrese el fabricante del equipo.
		Fecha de instalación	Ingrese la fecha de instalación del equipo
		Código contable	Ingrese el código contable del equipo
		Voltaje	Ingrese el voltaje que posee el equipo que está siendo registrado
		Corriente	Ingrese la corriente del equipo
N° GE	Ingrese el numero GE del equipo		
Cajas desplegadas	2	Proveedor	Al dar clic en la pestaña de proveedor se despliegan automáticamente las opciones de proveedores registrados.
Lista de la hoja de vida de los equipos	3	Hojas de vida	Una vez llenados los datos de los equipos en las cajas de texto se cargan automáticamente la lista de los equipos registrados.
Botones	4	Botón Nuevo	Al hacer clic en el botón “Nuevo” podrá agregar un nuevo equipo al sistema.
		Botón Guardar	Al hacer clic en este botón el usuario podrá guardar los datos ingresados del equipo.
		Botón Eliminar	Al hacer clic en el botón “Eliminar” se da de baja al equipo seleccionado.
		Botón Salir	Al hacer clic en el botón “Salir” el usuario accede al menú principal.
		Botón Actualizar	Al hacer clic en el botón “Actualizar” se renuevan los datos ingresados anteriormente.
Reportes	5	Reporte de Hoja de Vida	Al hacer clic en este botón se genera la hoja de vida del equipo según los datos ingresados.

5.4. Registro del plan de mantenimiento

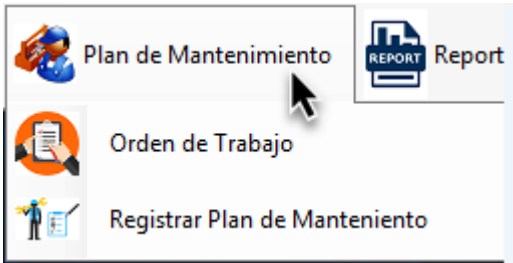


Figura 49 Plan de Mantenimiento

5.4.1. Orden de trabajo

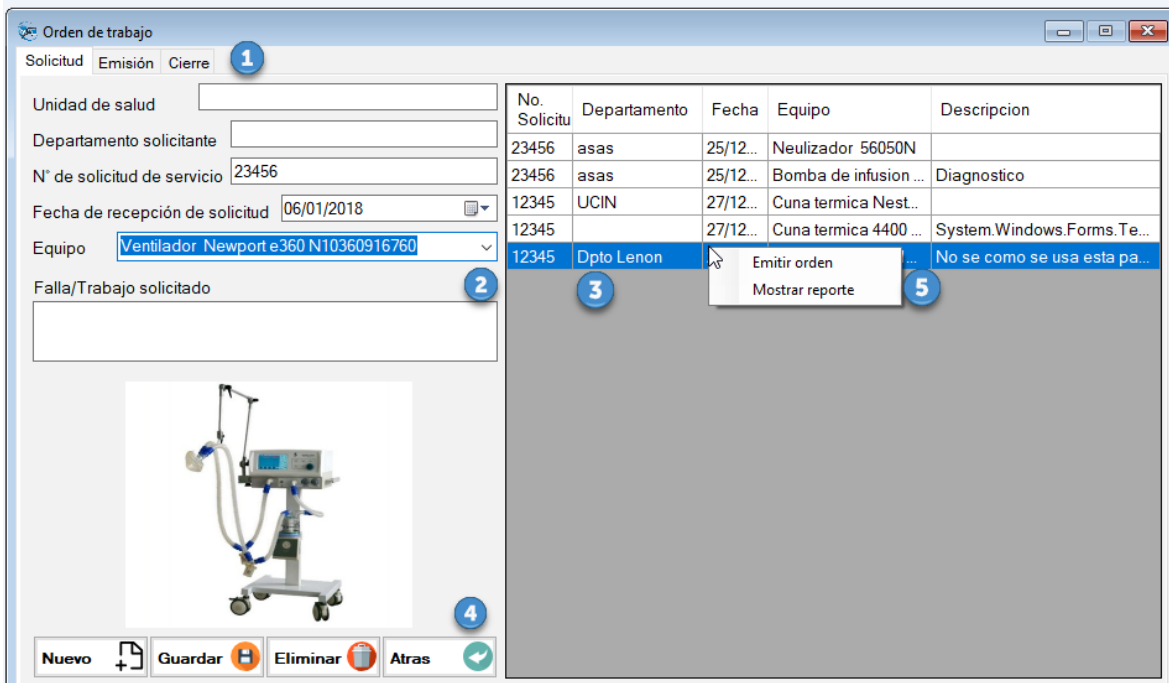


Figura 50 Emisión de Orden de Trabajo

		Opciones	Descripción
Cajas de texto	1	Unidad de salud	Ingrese el nombre de la unidad de salud en la que se encuentra el equipo
		Departament o solicitante	Ingrese el nombre del departamento que solicita la orden de trabajo
		N° de solicitud de servicio	Ingrese el número de solicitud de servicio.
		Falla/Trabajo solicitado	Ingrese la falla que presenta el equipo.
Cajas desplegable s	2	Fecha de recepción de solicitud	Al dar clic en la pestaña de fecha de “recepción de solicitud” podrá seleccionar la fecha en la que se emite la solicitud de orden de trabajo.
		Equipo	Al hacer clic en la pestaña desplegable equipo se

			podrá seleccionar el equipo al cual se le está solicitando la orden de trabajo.
Lista de solicitudes de órdenes de trabajo	3	Solicitud de Orden de Trabajo	Una vez llenados los datos para la solicitud de la orden de trabajo en las cajas de texto se carga automáticamente la lista de los equipos a las cuales necesitan emitir una orden de trabajo.
Botones	4	Botón Nuevo	Al hacer clic en el botón “Nuevo” podrá agregar una nueva solicitud al sistema.
		Botón Guardar	Al hacer clic en este botón el usuario podrá guardar los datos ingresados del equipo para la solicitud de servicio de la orden de trabajo.
		Botón Eliminar	Al hacer clic en el botón “Eliminar” se deshace la solicitud realizada.
		Botón Atrás	Al hacer clic en el botón “Atrás” el usuario accede al menú principal.
Reportes	5	Reporte de Solicitud de Orden de Trabajo	Al hacer clic derecho sobre la solicitud realiza se dos cuadros de dialogo “Emitir Orden” el cual dirige al usuario a la siguiente ventana de emisión de orden de trabajo y “Generar Orden” el cual muestra el reporte con los datos ingresados.

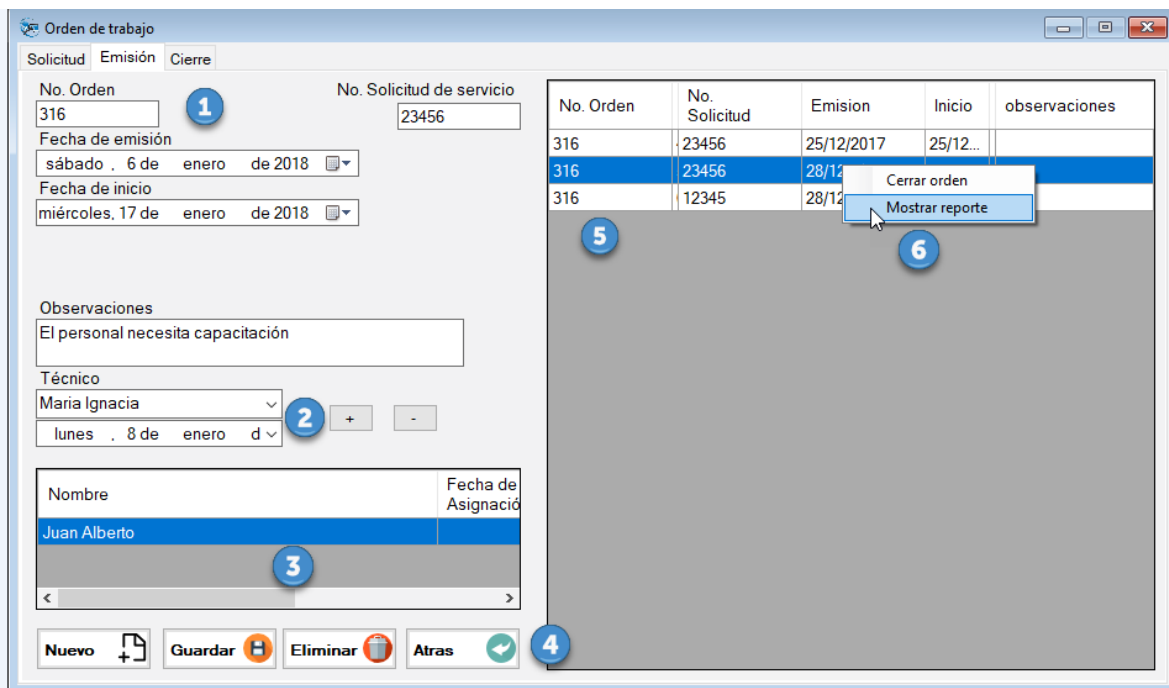


Figura 51 Emisión de Orden de Trabajo

	N°	Opciones	Descripción
Cajas de texto	1	N° de Orden	Ingrese el N° de Orden de emisión de orden de trabajo
		N° de Solicitud de servicio	Ingrese el N° de solicitud de servicio de la emisión de la orden de trabajo
		Observaciones	En caso de que aplique realizar las observaciones pertinentes para la emisión de la orden de trabajo
Cajas desplegadas	2	Fecha de emisión	Al dar clic en la pestaña desplegable de “fecha de emisión” podrá seleccionar la fecha en la que se realiza la emisión de orden de trabajo.
		Fecha de inicio	Al hacer clic en la pestaña desplegable “Fecha de Inicio” se podrá seleccionar la fecha en la cual se realizara la actividad de mantenimiento del que fue emitida la orden de trabajo.
		Técnico	Al dar clic en esta pestaña desplegable se seleccionara el nombre del técnico que emitió la orden de trabajo
Lista de técnicos asignados para la realización de la orden de trabajo	3	Técnicos	En este módulo se muestran los técnicos asignados para la actividad a realizar a los equipos biomédicos
Lista de emisiones de órdenes de trabajo	4	Emisión de Orden de Trabajo	Una vez llenados los datos para la emisión de la orden de trabajo en las cajas de texto se carga automáticamente la lista de los equipos a los cuales se realizó el mantenimiento.
Botones	5	Botón Nuevo	Al hacer clic en el botón “Nuevo” podrá agregar una nueva emisión al sistema.
		Botón Guardar	Al hacer clic en este botón el usuario podrá guardar los datos ingresados del equipo para la solicitud de servicio de la orden de trabajo.
		Botón Eliminar	Al hacer clic en el botón “Eliminar” se deshace la emisión realizada.
		Botón Atrás	Al hacer clic en el botón “Atrás” el usuario accede al menú principal.
Reportes	6	Reporte de Emisión de Orden de Trabajo	Al hacer clic derecho sobre la solicitud realiza se dos cuadros de dialogo “Cerrar Orden” el cual dirige al usuario a la siguiente ventana de cierre de orden de trabajo y “Mostrar Reporte” el cual muestra la emisión de la orden con los datos ingresados.

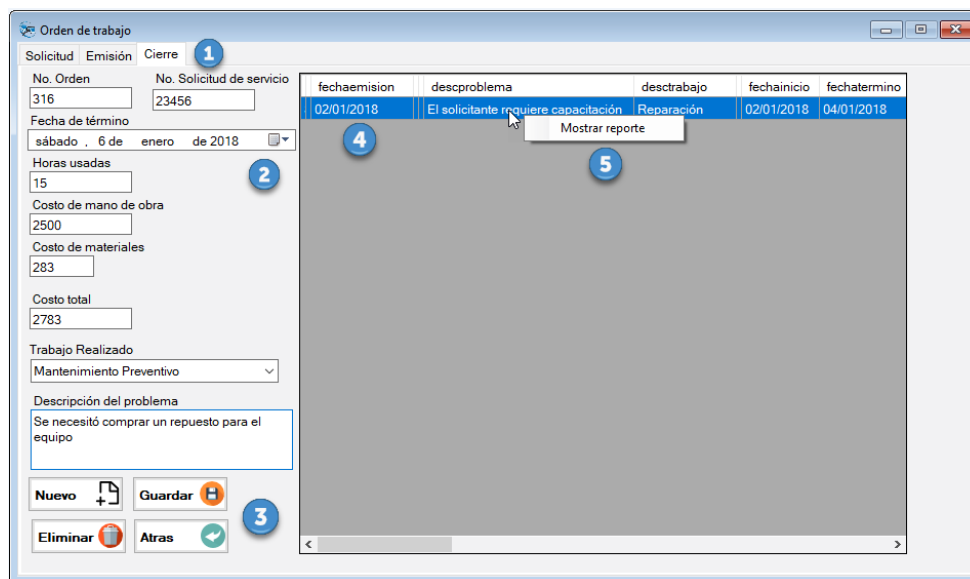


Figura 52 Cierre de Orden de trabajo

Esta interfaz permite visualizar la parte correspondiente al cierre de la orden de trabajo que contiene los datos correspondientes a los costos incurridos durante la realización del mantenimiento correctivo que se le realizó un equipo biomédico específico y cuánto tiempo duró la corrección de la falla. A continuación se explican los campos.

	N°	Opciones	Descripción
Cajas de texto	1	No. orden	Ingrese un nombre de la actividad de mantenimiento que se desea programar.
		Horas usadas	Ingrese la cantidad de horas que se necesitó para corregir la falla
		Costo de mano de obra	Ingrese el total de gastos que incurrió en el mantenimiento
		Costo de materiales	Ingrese el total de costos de materiales que se usó en la actividad de mantenimiento
		Costo total	Ingrese el costo total
		Descripción del problema	Ingrese observaciones finales sobre la descripción de la actividad de que se realizó.
Cajas desplegables	2	Trabajo realizado	Hacer Clic y se mostrara una lista del tipo de mantenimiento a realizar.
		Fecha Frecuencia	Hacer clic y elegir una fecha específica para la realización de la tarea correctiva.

Lista de ordene de trabajo registradas	4	Lista de órdenes de trabajo	Se presenta una lista de las órdenes de trabajo cerradas para ser realizadas o ejecutadas.
Botones	3	Botón Guardar	Hacer Clic en el botón Guardar para el registro de una orden de trabajo
		Botón Eliminar	Hacer Clic en una orden de trabajo de la lista y luego de Clic en el botón Eliminar .
		Botón Nuevo	Hacer Clic en el botón Nuevo para agregar una nueva orden de trabajo.
		Botón Atrás	Hacer Clic en el botón Atrás si desea cerrar la ventana de orden de trabajo.
Mostrar Reporte	5	Imprimir reporte	Hacer clic para visualizar el reporte de orden de trabajo imprimir.

5.4.2. Mantenimiento y recordatorio

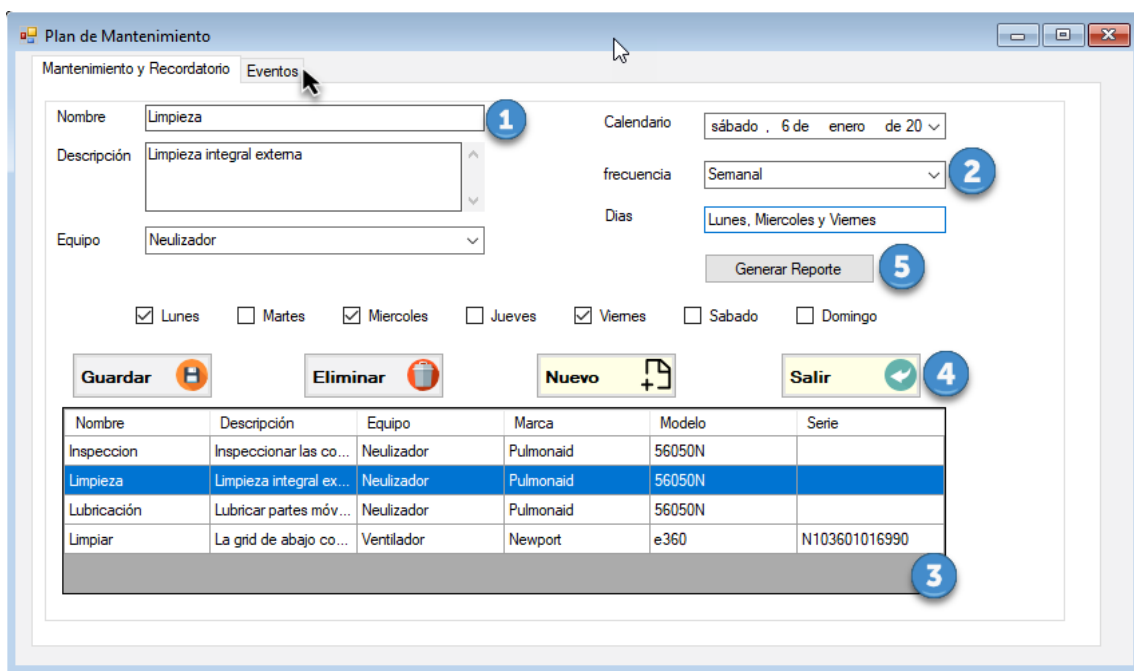


Figura 53 Mantenimiento y recordatorio

La interfaz Mantenimiento y recordatorio permite crear, guardar, y ver los registros de actividades de mantenimiento preventivo, asimismo eventos que se programen los cuales pueden ser filtrados por fecha específica. A continuación, se explican los campos.

	N°	Opciones	Descripción
Cajas de texto	1	Nombre	Ingrese un nombre de la actividad de mantenimiento que se desea programar.
		Descripción Equipo	Ingrese especificación del nombre de actividad a realizar Ingrese nombre del equipo
Cajas desplegables	2	Equipo	Hacer Clic y se mostrara una lista desplegable con los equipo registrados en el sistema
		Fecha	Hacer clic y elegir una fecha específica para la realización de la tarea de mantenimiento.
		Frecuencia	Hacer Clic y se mostrara una lista desplegable con la frecuencia de mantenimiento: Diario, semanal, mensual
Lista de actividades de mantenimiento registrado	3	Lista de actividades de mantenimiento	Se presenta una lista de las actividades de mantenimiento registradas en el sistema.
Botones	4	Botón Guardar	Hacer Clic en el botón Guardar para el registro de la actividad de mantenimiento.
		Botón Eliminar	Hacer Clic en una actividad de mantenimiento de la lista y luego de Clic en el botón Eliminar .
		Botón Nuevo	Hacer Clic en el botón Nuevo para agregar una nueva actividades de mantenimiento.
		Botón Salir	Hacer Clic en el botón Salir si desea cerrar la ventana de Mantenimiento y recordatorio.
Generar reporte	5	Imprimir reporte	Hacer clic para visualizar el reporte de actividades de mantenimiento programadas e imprimir.

5.4.3. Eventos

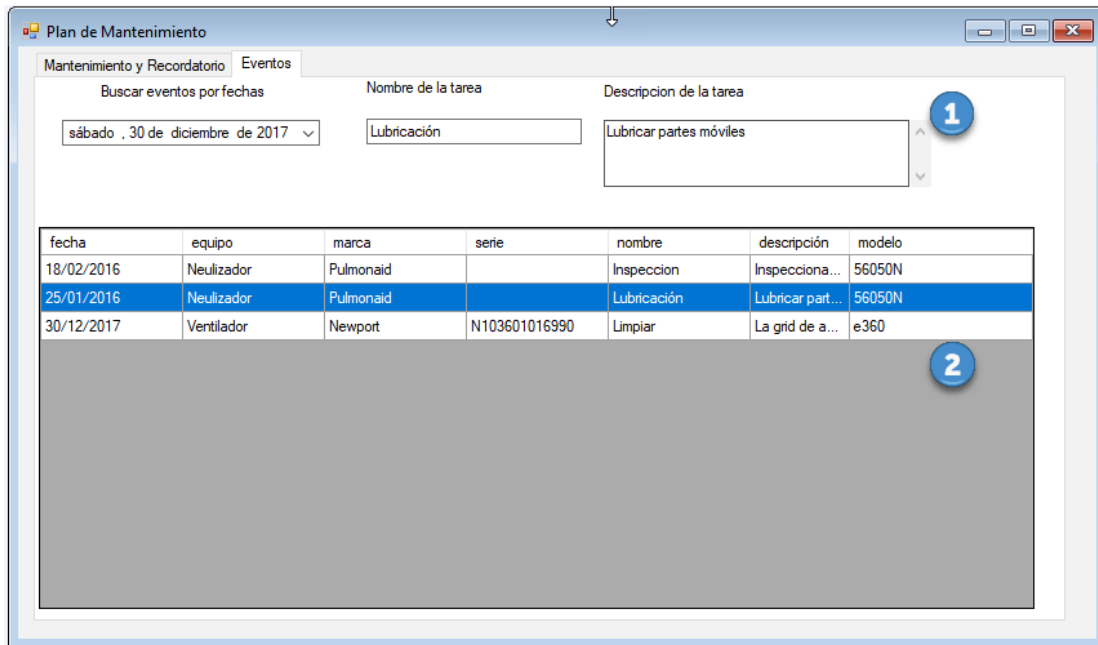


Figura 54 Eventos

	N°	Opciones	Descripción
Cajas de texto	1	Buscar eventos por fechas	Hacer clic para elegir una fecha específica
		Nombre de la tarea	Visualización de la tarea correspondiente a la fecha específica elegida
		Descripción de la tarea	Presenta las especificaciones de la tarea a realizar tal como se muestra en el ejemplo de la imagen anterior
Lista de eventos registrado	2	Lista de eventos	Se presenta una lista de los eventos que están registrados en el sistema.

5.5. Reportes

En la parte superior del **Menu principal** se presentan las opción **Reportes**. En este ítem se muestra un menú desplegable con la siguiente lista:

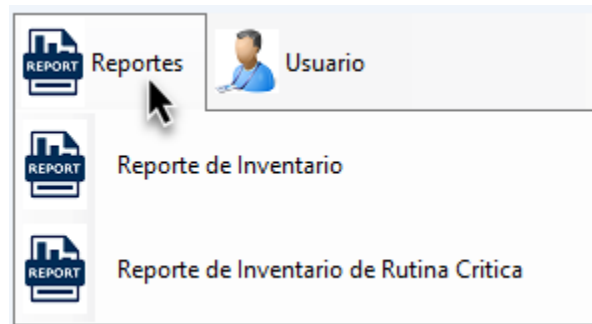


Figura 55 Reportes

5.5.1. Reporte de inventario

El reporte de inventario permite visualizar la información técnica correspondiente a: el área, nombre, marca, modelo, serie, fabricante, proveedor y condición de los de los equipo biomédicos registrados en la sección registro de equipos.

Item	Área	Nombre	Marca	Modelo	Serie	Fabricante	Proveedor	Condición
1	UCIN	Cuna termica	Ohmeda	4400	HCCA00517	Phinx	Juan Gomez Seguros Mapre	Bueno
2	UCIN	Cuna termica	Fanem	2051	NAC19110			
3	UCIN	Cuna termica	Dison	13N100	1131211011			
4	UCIN	Cuna termica	Ohmeda	4400	ACA101146			
5	UCIN	Cuna termica	Ohmeda		HCAV01146			
6	UCIN	Cuna termica	Nestormat	Nestormar-3000				
7	UCIN	Cuna termica	Dison	13N100	1140604001			
8	UCIN	Ventilador	Newport	e360	N10360916760			
9	UCIN	Ventilador	Newport	e360	N10360966765			
10	UCIN	Ventilador	Newport	e360	N10360916762			
11	UCIN	Ventilador	Newport	e360	N103601016990			
12	UCIN	Ventilador	Newport	e360	N09360714448			

Fecha: 06/01/2018

Elaborado: _____ Responsable de Mantenimiento: _____ Aprobado: _____

Figura 56 Reporte de Inventario

	N°	Opciones	Descripción
Reporte	1	Imprimir reporte de inventario	Hacer Clic en la opción reporte de inventario de equipo para visualizar toda la información técnica de los equipos. En la misma pantalla visualizada si se desea pueda imprimirse el reporte en el botón imprimir.

5.5.2. Reporte de inventario de rutina crítica

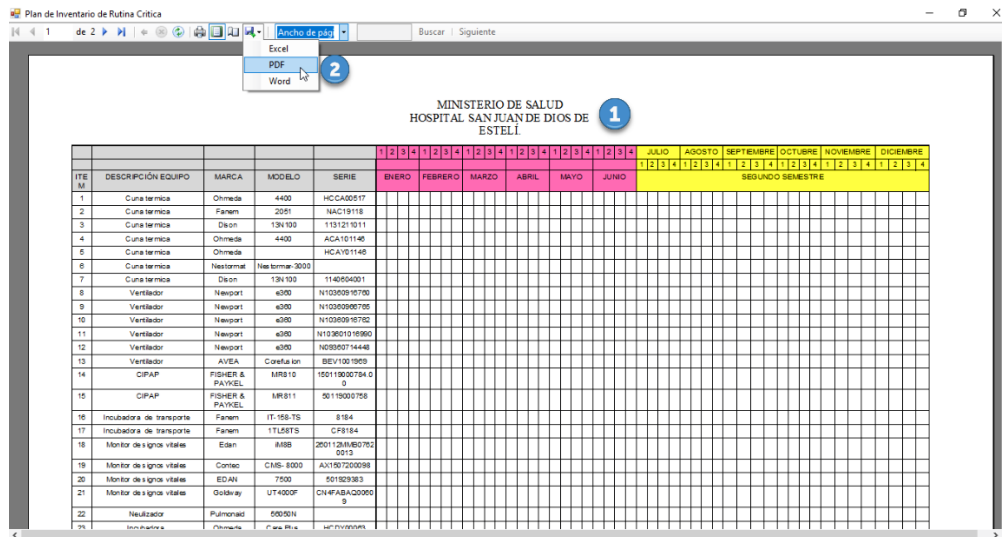


Figura 57 Reporte de inventario de rutina crítica

	N°	Opciones	Descripción
Reporte	1	Imprimir reporte de rutina crítica	Hacer Clic en la opción reporte de rutina crítica para visualizar planilla en lanco para programar trabajos de mantenimiento del año.
Imprimir	2	Exportar Excel PDF Word	En la misma pantalla visualizada si se desea puede exportarse el reporte a Excel para modificar y programar las fechas que se desea dar mantenimiento a los equipos pre visualizados en el reporte.

5.6. Usuarios

En el **Menú Principal** el ítem **Usuario** muestra una lista desplegable donde se muestra la opción **Registrar Usuarios**, esta permite agregar nuevos usuarios al sistema.

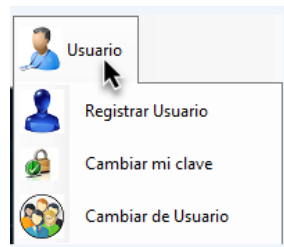


Figura 58 Ítem de menu desplegable de usuario

5.6.1. Registrar usuarios



Figura 59 Registro de Usuarios

	N°	Opciones	Descripción
Cajas de texto	1	Nombre de usuario	Ingrese un nombre de usuario.
		Contraseña de Usuario	Ingrese una contraseña. Asegúrese de que la contraseña sea fácil de recordar para usted y que sea segura.
		Confirmación de contraseña	Ingrese nuevamente su contraseña para confirmar
Accesos de usuario	2	Permiso de Usuario	Establecer el tipo de permiso a cual tendrá acceso el usuario sobre una parte específica del programa.
Botones	3	Botón Nuevo	Hacer Clic en el botón Nuevo para agregar otro usuario.
		Botón Guardar	Hacer Clic en el botón Guardar para el registro del nuevo usuario
		Botón Eliminar	Hacer Clic en un nombre de la lista de usuario y luego de Clic en el botón Eliminar si desea eliminar un usuario.
		Botón Atrás	Hacer Clic en el botón Atrás si desea cerrar la ventana Nuevo Usuario
Lista de usuarios registrado	4	Lista de usuarios	Se presenta una lista de los usuarios que están registrados en el sistema

5.6.2. Cambiar mi clave

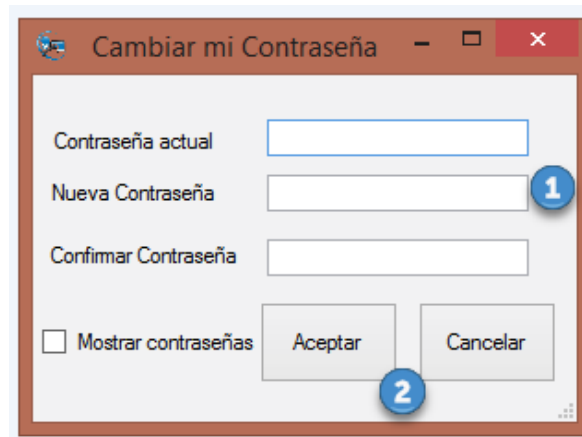


Figura 60 Cambiar mi contraseña

	N°	Opciones	Descripción
Caja de texto	1	Contraseña actual	Ingrese su contraseña actual
		Nueva contraseña	Ingrese su nueva contraseña para la respectiva modificación
		Confirmar contraseña	Ingrese nuevamente su contraseña para confirmar
Botones	3	Botón Aceptar	Hacer Clic en el botón Aceptar para realizar el cambio de contraseña
		Botón cancelar	Hacer Clic en el botón Cancelar si desea cancelar la operación.

5.6.3. Cambiar de usuario

Hacer clic en la opción cambiar de usuario cierra el menú principal y regresa al login para poder acceder desde ahí con otra cuenta de usuario diferente.