



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL ÁREA DE CUIDADOS INTENSIVOS,
FISIOTERAPIA Y GINECOLOGÍA DEL HOSPITAL IESS RIOBAMBA
BASADO EN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”**

**QUISHPE PONCE JOSÉ FABRICIO
ROBALINO MARCALLA RILEY LEOPOLDO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

**Previo la obtención del Título de:
INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

RIOBAMBA - ECUADOR

2019

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2018-10-31

Yo recomiendo que el trabajo de Titulación preparado por:

QUISHPE PONCE JOSÉ FABRICIO

Titulada:

**“ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL ÁREA DE CUIDADOS INTENSIVOS,
FISIOTERAPIA Y GINECOLOGÍA DEL HOSPITAL IESS RIOBAMBA
BASADO EN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC DE
MECÁNICA

Ing. Sergio Raul Villacrés Parra. MsC
DIRECTOR DE TESIS

Ing. César Marcelo Gallegos Londoño. MsC
MIEMBRO DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2018-10-31

Yo recomiendo que el trabajo de Titulación preparado por:

ROBALINO MARCALLA RILEY LEOPOLDO

Titulada:

**“ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL ÁREA DE CUIDADOS INTENSIVOS,
FISIOTERAPIA Y GINECOLOGÍA DEL HOSPITAL IESS RIOBAMBA
BASADO EN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC DE
MECÁNICA

Ing. Sergio Raul Villacrés Parra. MsC
DIRECTOR DE TESIS

Ing. César Marcelo Gallegos Londoño. MsC
MIEMBRO DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: QUISHPE PONCE JOSÉ FABRICIO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL ÁREA DE CUIDADOS INTENSIVOS, FISIOTERAPIA Y GINECOLOGÍA DEL HOSPITAL IESS RIOBAMBA BASADO EN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”

Fecha de Examinación: 2019-02-19

RESULTADOS DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Sergio Villacrés. MsC DIRECTOR DE TESIS			
Ing. César Gallegos. MsC ASESOR			

Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Carlos José Santillán Mariño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ROBALINO MARCALLA RILEY LEOPOLDO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL ÁREA DE CUIDADOS INTENSIVOS, FISIOTERAPIA Y GINECOLOGÍA DEL HOSPITAL IESS RIOBAMBA BASADO EN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”

Fecha de Examinación: 2019-02-19

RESULTADOS DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Sergio Villacrés. MsC DIRECTOR DE TESIS			
Ing. César Gallegos. MsC ASESOR			

Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Carlos José Santillán Mariño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos del área de cuidados intensivos, fisioterapia y ginecología del hospital IESS Riobamba. Los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de nuestra responsabilidad.

Riley Leopoldo Robalino Marcalla

José Fabricio Quishpe Ponce

DEDICATORIA

Dedico en primer lugar a Dios por darme fe para culminar con mi carrera, a toda mi familia que siempre me motivo a ser mejor persona y en especial a mis padres por siempre apoyarme incondicionalmente en los buenos y malos momentos.

Riley Leopoldo Robalino Marcalla

Dedico este trabajo de titulación a nuestros guías en este arduo camino al Ing. Sergio Villacres como director, como miembro al Ing. César Gallegos, a mis padres y familia que son el apoyo fundamental en mi vida.

José Fabricio Quishpe Ponce

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a todos los que conformamos la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la institución ” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”, que me brindaron la oportunidad de obtener una profesión y así poderle servir a mi patria.

Riley Leopoldo Robalino Marcalla

Agradezco a Dios, a mis padres y a toda mi familia por ser mi gran motivación a seguir adelante y culminar con una meta más en mi vida.

José Fabricio Quishpe Ponce

RESUMEN

Realizando la evaluación de la gestión de mantenimiento en el Hospital General Riobamba se determinó, la necesidad de elaborar un plan de mantenimiento preventivo, que garantice la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos médicos de manera eficiente y segura. El plan de mantenimiento es una herramienta que facilitará el desempeño laboral para el personal de mantenimiento y la correcta operación de los equipos médicos al personal médico que requiera manipularlos. El plan de mantenimiento preventivo para los equipos médicos se realizó basado en la Organización Mundial de la Salud, programando todas las tareas de mantenimiento preventivas en rutas y rutinas para llevar los trabajos de mantenimiento de forma sistemática. Para llevar un control y un registro en una base de datos de todas las actividades de mantenimiento se implementó el software de mantenimiento “SisMAC”, así se obtiene la automatización del plan de mantenimiento preventivo para optimizar la gestión de mantenimiento de los equipos médicos, aplicando normativas e indicadores de mantenimiento que nos permitirá tener un control de los equipos médicos, además tiene la capacidad de implementar varios aspectos tales como un inventario físico con una apropiada nomenclatura de los equipos médicos para poder llevar un registro y control de los mismos programando a intervalos de tiempo el mantenimiento preventivo y también obtener un cronograma anual del plan de mantenimiento, entre otros aspectos como generar una solicitud y orden de trabajo. En general la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo, llevado con un monitoreo, es un elemento clave para brindar un servicio de calidad y satisfactorio a las personas que acuden a ser atendidas en el Hospital General Riobamba, lo que también permite al personal de mantenimiento, mantener en buen estado de la integridad física, funcional y segura de la tecnología biomédica.

PALABRAS CLAVE: <DISPONIBILIDAD>, <CONFIABILIDAD>, <OPERACIONAL>, <EFICIENTE>, <EQUIPOS MÉDICOS>, <PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO>, <SISMAC, (SOFTWARE)>, <AUTOMATIZACIÓN>, <MONITOREO>.

ABSTRACT

Carrying out the maintenance management evaluation in the Riobamba General Hospital, the need to develop a preventive maintenance plan was determined, which guarantees the availability and operational reliability of the medical equipment in an efficient and safe manner. The maintenance bread is a tool that facilitates the work performance for the maintenance personnel and the correct operation of the medical equipment to the medical personnel that requires to manipulate them. The preventive maintenance plan for the medical equipment was made based on the World Health Organization, programming all the preventive maintenance tasks in routes and routines to carry out the maintenance work in a systematic way. To keep a control and a record in a database of all maintenance activities was implemented maintenance software "SisMAC", so you get the automation of the preventive maintenance plan to optimize the maintenance management of the medical equipment, applying regulations and maintenance indicators that will allow us to have control of medical equipment, also has the ability to implement various aspects such as a physical inventory with an appropriate nomenclature of medical equipment to keep a record and control of them programming at intervals of preventive maintenance and also obtain an annual schedule of the maintenance plan in general, the implementation of a Preventive Maintenance Plan, carried out with monitoring, is a key element to provide a quality and satisfactory service to the people who come to be attended to, among other aspects such as generating a request and work order, at the Riobamba General Hospital, which also allows maintenance personnel to keep the physical, functional and safe integrity of biomedical technology in good condition.

KEY WORDS: <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <AVAILABILITY>, <EFFICIENT>, <MEDICAL EQUIPMENT>, <PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN>, <SISMAC, (SOFTWARE)>, <AUTOMATION>, <MONITORING>.

INTRODUCCIÓN

El plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos del área de cuidados intensivos, fisioterapia y ginecología del hospital IESS Riobamba basado en la Organización Mundial de la Salud, se desarrolla con el objetivo de mejorar la gestión del mantenimiento como un factor clave para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y equipos. Para ello el Hospital IESS Riobamba debe tener establecidas las actividades de mantenimiento de manera que garantice la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y equipos, así el hospital operará al cien por ciento evitando la indisponibilidad de los equipos y servicios externos para los pacientes como un examen o una consulta médica que son gastos que debe cubrir el seguro a sus afiliados y que a su vez, genera pérdidas para el hospital por la falta de sus servicios, por esta razón se ve la necesidad de desarrollar el presente trabajo de titulación para elaborar y automatizar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas, equipos y sistemas biomédicos en el Hospital del IESS Riobamba.

Se lo realizará basado en la normativa de la Organización Mundial de la Salud, mediante la utilización de las herramientas de evaluación del sistema de gestión de mantenimiento del hospital se emplea el método PAJ proceso analítico jerárquico que se adecúa a distintas situaciones, puede afirmarse que es un método de selección de alternativas en función de una serie de criterios, las cuales suelen estar en conflicto.

Para ello se pondera tanto los criterios como las distintas alternativas utilizando las matrices de comparación pareada y la escala fundamental para comparaciones por pares.

Mediante el desarrollo del proceso analítico jerárquico, los criterios de menor valor de la evaluación resultó el criterio de mantenimiento correctivo 0,98% y el criterio de la planificación, programación y control 3,19%, por lo tanto para el criterio crítico de planificación, programación y control se recomienda elaborar el plan de mantenimiento preventivo basado en la Organización Mundial de la Salud según la evaluación de la gestión de mantenimiento con el propósito de incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I	1
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Justificación	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
CAPÍTULO II.....	3
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Mantenimiento.....	3
2.2 Misión del mantenimiento	3
2.3 Método del Proceso Analítico Jerárquico (PAJ).....	4
2.3.1 La modelación.....	4
2.3.2 La valoración	4
2.3.2.1 Escala de valoración	5
2.3.2.2 El Instrumento.....	5
2.3.2.3 Expertos	6

2.3.3 Priorización.....	7
2.3.4 Análisis de consistencia.....	7
2.3.4.1 Cálculo de vector propio.....	8
2.4 Gestión del mantenimiento.....	8
2.4.1 Indicadores de mantenimiento.....	9
2.4.1.1 Confiabilidad.....	9
2.4.1.2 Disponibilidad.....	9
2.4.1.3 Mantenibilidad.....	10
2.4.2 Indicadores de mantenimiento hospitalario.....	10
2.5 Objetivos del mantenimiento.....	10
2.6 Tipos de mantenimiento según la norma UNE EN 13306.....	11
2.6.1 Ventajas del mantenimiento preventivo.....	11
2.7 Planificación del mantenimiento preventivo.....	12
2.8 Inventario de equipos.....	12
2.9 Codificación de equipos.....	13
2.10 Fichas técnicas.....	16
2.11 Análisis de criticidad.....	17
2.12 Modelos de mantenimiento.....	18
2.12.1 Modelo Correctivo.....	19
2.12.2 Modelo Condicional.....	19
2.12.3 Modelo Sistémico.....	20

2.12.4 Modelo de Alta Disponibilidad.....	20
2.13 Selección de las tareas de mantenimiento.....	21
2.14 Frecuencia de mantenimiento preventivo por equipos.	23
2.14.1 Función del equipo.....	23
2.14.2 Aplicación clínica	23
2.14.3 Requisitos de mantenimiento.....	23
2.14.4 Antecedentes de problemas del equipo.....	24
2.14.5 Etapa de programación de le frecuencia.	24
2.15 Agrupación de las tareas de mantenimiento en rutas y rutinas.	25
2.16 Plan de mantenimiento.....	26
2.17 Solicitud de trabajo	27
2.18 Orden de trabajo.....	28
2.19 Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO)	29
2.19.1 Software de mantenimiento.	29
CAPÍTULO III.....	31
3. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.	31
3.1 Determinación de los criterios y requerimientos de evaluación.	31
3.3 Estructura jerárquica de los criterios de evaluación.....	34
3.3.1 La priorización.....	35
3.3.2 El instrumento.....	35
3.4 Los especialistas.....	35

3.4.1	Ponderación de los criterios	36
3.4.2	Cálculo de los vectores propios	36
3.4.3	Pesos de los criterios de mantenimiento.	38
3.5	Definición del umbral de desempeño.....	38
3.6	Evaluación de la gestión de mantenimiento a hospitales.	41
3.6.1	Evaluación del plan de mantenimiento	41
3.6.2	Evaluación al Hospital General Riobamba	42
3.6.3	Evaluación al Hospital Carlos Andrade Marín	44
CAPÍTULO IV		47
4.	PLAN DE MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE.....	47
4.1	Desarrollo de plan de mantenimiento.	47
4.1.1	Inventario de equipos médicos y codificación.....	47
4.1.2	Localizaciones – Primer nivel.....	47
4.1.3	Especialidades.....	47
4.1.4	Sistemas	48
4.1.5	Equipos	50
4.2	Fichas técnicas	52
4.2.1	Análisis de criticidad	53
4.2.2	Modelo de Mantenimiento.....	53
4.2.3	Tareas de Mantenimiento.....	54
4.2.4	Frecuencias de Mantenimiento	56

4.2.5	Ruta.....	56
4.2.6	Rutina.....	56
4.2.7	Plan de mantenimiento.....	58
4.3	Implementación del software	58
4.3.1	Ingreso al software.....	58
4.3.2	Inicio de sesión	61
4.3.3	Menú principal.....	61
4.3.4	Estructura.....	61
4.3.5	Ingreso del inventario técnico.....	62
4.3.6	Ingreso de fichas técnicas	63
4.3.7	Tareas de mantenimiento Agregadas	63
4.3.8	Solicitud de trabajo	65
4.3.9	Orden de trabajo.....	66
4.4	Capacitación al personal de las áreas médicas y de mantenimiento	68
4.4.1	Modalidad de capacitación	68
4.4.2	Objetivo de la capacitación.....	68
4.5	Conclusiones y recomendaciones.....	70
4.5.1	Conclusiones	70
4.5.2	Recomendaciones.....	71

Bibliografía

Anexos

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Escala fundamental de comparación por pares. (SAATY, 1980)	5
Tabla 2-2. Instrumento para la valoración de requerimientos.	6
Tabla 2-3. Matriz de comparación pareada.....	6
Tabla 2-4: Valor de consistencia aleatorio (IA), para matrices de diferentes órdenes	7
Tabla 2-5. Porcentaje máximo de Ratio de consistencia.	8
Tabla 2-6: Cálculo de vector propio.	8
Tabla 2-7: Definición de tipos de mantenimiento.	11
Tabla 2-8: Codificación de equipos.....	14
Tabla 2-9: Código de familia de sistema	15
Tabla 2-10: Código del tipo de sistema.	15
Tabla 2-11: Modelo de ficha técnica	17
Tabla 2-12: Tabla análisis de criticidad.....	18
Tabla 2-13: Tipos de tareas.....	22
Tabla 2-14: Tareas de mantenimiento de acuerdo al modelo de mantenimiento.	23
Tabla 2-15: Escala de valoración para evaluación clínica.....	24
Tabla 2-16: Frecuencia de mantenimiento preventivo en base a FMP.....	25
Tabla 2-17: Modelo de plan de mantenimiento	26
Tabla 2-18: Solicitud de trabajo	27
Tabla 2-19: Orden de trabajo.....	28
Tabla 3-1: Criterios de mantenimiento	31

Tabla 3-2: Criterios y requerimientos de mantenimiento	32
Tabla 3-3: Codificación de criterios y requerimientos	33
Tabla 3-4: Especialistas - Docentes	35
Tabla 3-5: Especialistas – Expertos profesionales.....	35
Tabla 3-6: Especialistas – administradores de mantenimiento.....	36
Tabla 3-7: Matriz de comparación pareada	36
Tabla 3-8: Matriz de primer producto.	37
Tabla 3-9: Suma total de las filas del primer producto.....	37
Tabla 3-10: Obtención del vector propio.....	37
Tabla 3-11: Pesos de los criterios de mantenimiento.	38
Tabla 3-12: Criterios y subcriterios con sus respectivos pesos	39
Tabla 3-13: Umbral de desempeño.....	40
Tabla 3-14: Descripción del criterio de evaluación plan de mantenimiento	41
Tabla 3-15: Comparación del umbral con la evaluación del Hospital IESS Riobamba	42
Tabla 3-16: Valores obtenidos de los pesos de los criterios.....	43
Tabla 3-17: Comparación del umbral con la evaluación del Hospital Andrade Marín .	44
Tabla 3-18: Valores obtenidos de los pesos de los criterios.....	45
Tabla 4-1: Primer nivel – Localización	47
Tabla 4-2: Descripción del código de localización del hospital	47
Tabla 4-3: Segundo nivel – especialidades del hospital	48
Tabla 4-4: Tercer nivel – Sistemas del hospital.....	48

Tabla 4-5: Descripción del código de tercer nivel.....	50
Tabla 4-6: Cuarto nivel – Equipos.....	50
Tabla 4-7: Ejemplo de diferenciación en equipos similares	52
Tabla 4-8: Ficha técnica.....	52
Tabla 4-9: Ejemplo de selección de la criticidad del equipo.	53
Tabla 4-10: Selección de Modelo de mantenimiento.	54
Tabla 4-11: Tipos de tareas de Mantenimiento	55
Tabla 4-12: Asignación de tareas.	55
Tabla 4-13: Ruta de 16 semanas.....	56
Tabla 4-14: Frecuencia de mantenimiento para los equipos de UCI.....	57
Tabla 4-15: Rutina	58
Tabla 4-16: Plan de Mantenimiento por tareas.....	59
Tabla 4-17: Plan de Mantenimiento por rutinas.	60
Tabla 4-18: Pasos para la elaboración del plan de mantenimiento.....	68
Tabla 4-19: Cronograma de capacitación.	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1: Ingreso de usuario y contraseña al software	61
Figura 4-2: Ingreso al usuario personal	61
Figura 4-3: Módulos principales SisMAC	62
Figura 4-4. Estructura de codificación.....	62
Figura 4-5: Migrar desde excel.....	63
Figura 4-6: Ingreso de fichas técnicas.	64
Figura 4-7: Tareas de mantenimiento agregadas.	64
Figura 4-8: Creación de tareas.....	64
Figura 4-9: Tareas de mantenimiento creadas	65
Figura 4-10: Ingreso solicitud de trabajo.....	66
Figura 4-11: Consulta de solicitudes de trabajo	67
Figura 4-12: Orden de trabajo	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1: Estructura jerárquica de requerimientos y criterios.	4
Gráfico 2-2: Tipos de Mantenimiento	11
Gráfico 2-3: Esquema de estructura	13
Gráfico 2-4: Modelos de mantenimiento.....	21
Gráfico 3-1: Estructura del esquema	34
Gráfico 3-2: Comparación del umbral con la evaluación del Hospital IESS Riobamba	42
Gráfico 3-3: Comparación de los valores obtenidos con los valores del umbral	43
Gráfico 3-4: Comparación del umbral con la evaluación del Hospital Andrade Marín	44
Gráfico 3-5: Comparación de los valores obtenidos con los valores del umbral	45

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Instrumento de evaluación de la gestión de mantenimiento..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo B:** Cálculo de los valores de vectores propios del grupo uno.**¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo C:** Cálculo de los valores de vectores propios del grupo dos.**¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo D:** Cálculo de los valores de vectores propios del grupo tres.**¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo E:** Cálculo de los pesos de subcriterios **¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo F:** Instrumento para la evaluación de la gestión de equipo hospitalario.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo G:** Evacuación al Hospital General Riobamba. .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo H:** Evaluación del Hospital Carlos Andrade Marín.**¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo I:** tercer nivel – sistemas del hospital..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo J:** Cuarto nivel – Equipos. **¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo K:** Fichas técnicas..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo L:** Análisis de criticidad..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo M:** Selección del modelo de mantenimiento..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Anexo N:** Frecuencia de mantenimiento para los equipos médicos.**¡Error! Marcador no definido.**

Anexo O: Rutinas cíclicas de programación de los equipos médicos;**Error!** **Marcador no definido.**

Anexo P: Cronogramas por rutinas de los equipos médicos;**Error!** **Marcador no definido.**

Anexo Q: Certificación de aceptación de inventario de equipo médico **Error!**
Marcador no definido.

Anexo R: Certificación de aceptación de plan de mantenimiento preventivo. **Error!**
Marcador no definido.

Anexo S: Registro de capacitación al personal de servicio del Hospital. **Error!**
Marcador no definido.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

El Hospital IESS Riobamba nace de la caja antigua de pensiones en el año de 1928 para dar atención a los trabajadores públicos, años después nace el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social en el año 1942 con la Ley del Seguro Social Obligatorio, beneficiando a los trabajadores del sector privado con prestaciones como: atención a enfermedades, accidentes de trabajo, maternidad, préstamos hipotecarios para la construcción de viviendas, jubilación, entre otros. (IESS, 2014)

En 1969 se inaugura el Hospital del IESS Riobamba con una dotación de 56 camas. A partir de agosto de 1992 el hospital amplía las actuales instalaciones con 67 camas hospitalarias y en el mismo año se declara al Hospital del IESS Riobamba como regional 5 con nivel II de complejidad. El hospital inicia con las especialidades de Cirugía, Medicina Interna, Gineco-obstetricia, Pediatría y Anestesiología. En transcurso del tiempo ha ido implementando especialidades médicas importantes como: Patología, Otorrinolaringología, Fisiatría, y Unidad de Cuidados Intensivos para satisfacer las necesidades de sus pacientes. (IESS, 2014). El Hospital IESS Riobamba está ubicado en la parroquia Lizarzaburu de la ciudad de Riobamba Provincia de Chimborazo, en la Zona 3 en las calles: al norte la calle Chile y Unidad Nacional, al sur la calle Colombia, al este la calle Brasil y al oeste la calle Evangelista Calero.

1.2 Planteamiento del problema

En el hospital de IESS Riobamba se atiende diariamente a las personas que acuden a utilizar los servicios que ofrece el hospital. No todas las persona se sienten satisfechas con el servicio, según la encuesta realizada por Irma Patricia Báez Báez y Mónica Soledad Vinuesa Cadena en su tesis Estudio para la optimización y mejoramiento continuo de la calidad de atención de consulta externa del hospital del IESS de la ciudad de Riobamba presentan los siguientes resultados el 3,45% de las personas atendidas se encuentran insatisfechas con el servicio, 23,89% se encuentran parcialmente satisfechas y el 72,57% se encuentra satisfechas con el servicio. (Baez Baez, y otros, 2007).

Esto implica que tiene posibilidades de mejorar su gestión. Si un equipo deja de funcionar, no podrá brindar los servicios a sus afiliados, por la indisponibilidad de los equipos, mediante la aplicación de la gestión del mantenimiento se busca establecer actividades de mantenimiento preventivo programado adecuadas para incrementar la disponibilidad y la confiabilidad de sus equipos y crear un ambiente de trabajo óptimo apoyándose en herramientas informáticas (software de mantenimiento).

1.3 Justificación

Enfocando la gestión del mantenimiento como un factor clave para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y equipos, el Hospital General Riobamba debe tener establecidas las actividades de mantenimiento de manera que garantice la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y equipos, así el hospital operará al cien por ciento evitando la indisponibilidad de los equipos evitando que pacientes no puedan ser atendidos ya que deberán acudir a establecimientos externos a realizarse un examen o una consulta médica que son gastos que debe cubrir el seguro a sus afiliados y que a su vez, genera pérdidas para el hospital por la falta de sus servicios, por esta razón se ve la necesidad de desarrollar el presente trabajo de titulación para elaborar y automatizar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas, equipos y sistemas biomédicos en el Hospital del IESS Riobamba con el propósito de incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos, se lo realizará basado en la normativa de la OMS, mediante la utilización de las herramientas de evaluación, elaboración y capacitación de la gestión de mantenimiento.

1.3.1 *Objetivo general*

- Elaborar el plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos del área de cuidados intensivos, fisioterapia y ginecología del hospital IESS Riobamba basado en la OMS.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Evaluar el sistema de gestión de mantenimiento del hospital IESS Riobamba.
- Elaborar el plan de mantenimiento.
- Capacitar al personal de mantenimiento del Hospital IESS Riobamba.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Mantenimiento

Mantenimiento es la “Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un ítem con el fin de mantenerlo, o restaurarlo, a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida”. (EN13306, 2010)

El mantenimiento hospitalario implica una enorme responsabilidad, ya que debe garantizar el funcionamiento de las máquinas y equipos con alta disponibilidad. Los médicos, técnicos y enfermeras confían la calidad del servicio de mantenimiento que se brinda al equipamiento médico que está en sus manos.

Los objetivos del mantenimiento hospitalario deben ir dirigidos hacia la mejora de los aspectos económicos y técnicos, el aspecto social que es el más importante, se ve afectado cuando un equipo deja de funcionar, porque agrava la situación de salud que ingresa el paciente o puede producir la pérdida de vida. Por ello el departamento de mantenimiento debe conservar el equipo hospitalario en operación continua, segura y confiable.

El mantenimiento no involucra sólo a los responsables de mantenimiento, sino a toda la organización en sí. La combinación de acciones técnicas y administrativas, el fin es mantener los equipos o sistemas, para que operen en un estado que le permita realizar las funciones requeridas y así evitar paros imprevistos de producción.

2.2 Misión del mantenimiento

El servicio de mantenimiento tiene como misión facilitar el desarrollo de las actividades, que se realizan en el hospital en todas las áreas; mediante la planificación, organización y control del mantenimiento, para conseguir el bienestar de pacientes y profesionales, colaborando en las adaptaciones, tanto físicas como tecnológicas que la actividad sanitaria demanda, sin olvidar el compromiso medio ambiental. El servicio de mantenimiento trata en definitiva, facilitar el desarrollo de las actividades, preservar las funciones de todos los activos a lo largo de su vida útil, gestionando, programando e implementando las mejores técnicas para mitigar las consecuencias dentro de la organización, garantizando la disponibilidad de los equipos, la seguridad de personas,

bienes de la organización, garantizando la disponibilidad de los equipos, la seguridad de personas, bienes y el mejor aprovechamiento de los recursos, además una planificación propia del mantenimiento y su control documental.

2.3 Método del Proceso Analítico Jerárquico (PAJ)

El método se adecúa a distintas situaciones, puede afirmarse que PAJ es un método de selección de alternativas (estrategias, inversiones, etc.) en función de una serie de criterios o variables, las cuales suelen estar en conflicto. Para ello, pondera tanto los criterios como las distintas alternativas utilizando las matrices de comparación pareada y la escala fundamental para comparaciones por pares (Aznar Bellver , 2012). Este método, Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) consta de tres fases: Modelación, Valoración, Priorización.

2.3.1 La modelación

Se parte del interés que puede tener un decisor en seleccionar la opción más interesante, entre un conjunto de alternativas (estrategias, inversiones, activos, etc.). Se define qué criterios se van a utilizar para determinar la selección, esto es, cuáles son las características que pueden hacer más deseable una alternativa sobre otra. (Aznar Bellver , 2012)

Una vez definidos los criterios y requerimientos, es necesario estructurarlos de manera jerárquica, como se muestra en el gráfico 2-1.

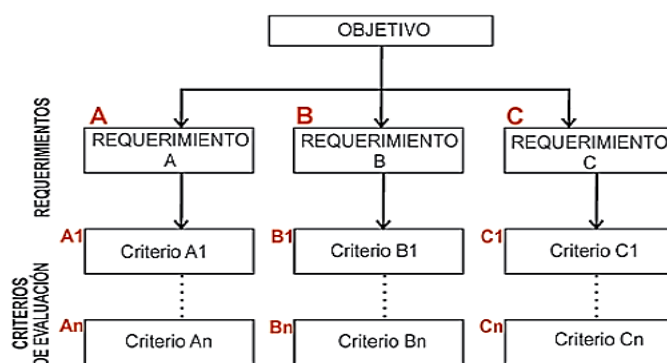


Gráfico 2-1: Estructura jerárquica de requerimientos y criterios.

Fuente: (Viscaíno Cuzco, y otros, 2017)

2.3.2 La valoración

Se asigna un grado de importancia a los requerimientos y a los criterios por parte de los

especialistas, que serán consultados. Consta de tres aspectos:

- Escala de valoración
- Instrumento a aplicar
- Selección de expertos en el tema

2.3.2.1 Escala de valoración

Para la valoración de los criterios, se emplea la escala fundamental propuesta por el método PAJ, comparándolos por pares (Viscaíno Cuzco, y otros, 2017). La escala tiene nueve niveles disponibles para la valoración de un criterio (ver la Tabla 2-1).

Tabla 2-1: Escala fundamental de comparación por pares. (SAATY, 1980)

Valor	Definición	Comentarios
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el criterio B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6,8	Valores intermedios entre los anteriores cuando es necesario matizar.	
Recíprocos de los anteriores	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones serán las siguientes: Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

Fuente: (Aznar, y otros, 2012)

Realizado por: José Quishpe

2.3.2.2 El Instrumento

El instrumento (ver Tabla 2-2), debe permitir realizar una comparación de criterios

tomado por pares, para luego ser cuantificadas mediante la escala fundamental. Las comparaciones pareadas luego serán llevadas y sintetizadas en una matriz.

Tabla 2-2. Instrumento para la valoración de requerimientos.

REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	Importancia				Igual	Importancia				REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO								
	Extrema	Muy fuerte	Fuerte	Moderada		Moderada	Fuerte	Muy fuerte	Extrema									
	9	8	7	6		5	4	3	2		1	2	3	4	5	6	7	8
Criterio 1																		Criterio 2
																		Criterio 3
																		Criterio 4
																		Criterio 5
																		Criterio 6
																		Criterio 7
Criterio 2																		Criterio 3
																		Criterio 4
																		Criterio 5
																		Criterio 6
Criterio 3																		Criterio 7
																		Criterio 4
																		Criterio 5
Criterio 4																		Criterio 6
																		Criterio 7
																		Criterio 6
Criterio 5																		Criterio 7
																		Criterio 7
Criterio 6																		Criterio 7

Fuente: (Viscaño Cuzco, y otros, 2017)

De los resultados obtenidos en el instrumento para la valoración de requerimientos, se pasará a construir la matriz de comparación pareada de tamaño n, siendo n el número de criterios. (Aznar, y otros, 2012), ver la tabla 2-3.

Tabla 2-3. Matriz de comparación pareada.

	A1	A2	A3
A1	1	A12	A13
A2	A21	1	A23
A3	A31	A32	1

Fuente: (Aznar, y otros, 2012)

2.3.2.3 Expertos

Se consulta a expertos en el área en el que se esté realizando el estudio, en el caso del

presente trabajo, se debe consultar a expertos de mantenimiento que conozcan sobre la gestión del mantenimiento. Para realizar la evaluación, la literatura recomienda entrevistar a 30 profesionales entre docentes y jefes de mantenimiento de hospitales. Este aporte es muy significativo para el desarrollo del instrumento de evaluación.

2.3.3 Priorización

Es la ponderación de los criterios y requerimientos de evaluación. Una vez construida la matriz de comparaciones pareadas se verifica su consistencia y se calcula su vector propio.

El vector propio V_c , es el que indica el peso o importancia relativa que cada uno de los criterios utilizados (Aznar, y otros, 2012).

2.3.4 Análisis de consistencia

El método PAJ permite evaluar la congruencia de los juicios a través de la obtención del radio de consistencia (RC). Antes de determinar una inconsistencia, es necesario estimar el índice de consistencia (IC) de una $n \times n$ matriz de comparaciones, donde IC viene definido por:

$$IC = \frac{\lambda \text{ máx.} - n}{n - 1}$$

Ecuación 1. Índice de consistencia

Donde $\lambda \text{ máx}$ es el promedio de los valores del vector cociente y n es el tamaño de la matriz. IA es un valor de consistencia aleatoria promedio para una matriz $n \times n$ como se observa en la tabla 2-4, que está en función del tamaño:

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

Ecuación 2. Ratio de consistencia

Tabla 2-4: Valor de consistencia aleatorio (IA), para matrices de diferentes órdenes

n	1	2	3	4	5	6	7	8
IA	0	0	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404
n	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	1,452	1,484	1,513	1,535	1,555	1,57	1,583	1,595

Fuente: (SAATY, 1980)

Una matriz es consistente cuando no supere los siguientes valores, ver tabla 2-5:

Tabla 2-5. Porcentaje máximo de Ratio de consistencia.

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia (%)
3	5
4	9
5 o mayor	10

Fuente: (Aznar, y otros, 2012)

2.3.4.1 Cálculo de vector propio

Para el cálculo del vector propio se multiplica la matriz de comparación pareada, por la misma matriz, obteniendo así la matriz primer producto, el cual sumando sus filas obtenemos el vector suma, donde cada valor se divide para la suma total de dicho vector dando como resultado la matriz de vector propio.

Este procedimiento se lo repetirá hasta obtener el vector propio n, comparado con el vector propio n-1, sean iguales en sus cuatro decimales como se presenta en la Tabla 2-6, en ésta se muestra el cálculo del vector propio de un especialista, éste proceso se realiza para todos los especialistas, la información que al final se considera es el del vector propio del cuarto producto para este caso.

Tabla 2-6: Cálculo de vector propio.

PRIMER PRODUCTO										SUMA	VECTOR PROPIO		
	OM	RM	CE	PP	MC	TC	MI						
OM	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	49,00	0,142857		
RM	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	49,00	0,142857		
CE	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	49,00	0,142857		
PP	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	49,00	0,142857		
MC	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	49,00	0,142857		
TC	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	49,00	0,142857		
MI	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	49,00	0,142857		
										SUMA	343,00	SUMA	1,00

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

2.4 Gestión del mantenimiento

Todas las actividades de la gestión que determinan los objetivos, las estrategias y las responsabilidades del mantenimiento y la implantación de dichas actividades por medios tales como la planificación del mantenimiento, el control del mismo y la mejora de las actividades de mantenimiento y las económicas. (EN13306, 2010).

La gestión de mantenimiento es muy importante para el desarrollo, control y dirección de la programación del mantenimiento. Las metas de gestión para el equipo médico son:

- Brindar un entorno seguro y funcional, mediante el mantenimiento adecuado de todos los equipos.
- Proporcionar los recursos esenciales y necesarios para realizar las actividades de mantenimiento para los equipos.
- Minimizar la cantidad de tiempo requerido para las acciones técnicas de mantenimiento de todos los equipos médicos.

2.4.1 Indicadores de mantenimiento

La evaluación del mantenimiento se lo hace mediante indicadores que permiten evaluar las actividades de mantenimiento, los principales indicadores claves a utilizar son:

- Confiabilidad
- Disponibilidad
- Mantenibilidad

2.4.1.1 Confiabilidad

La confiabilidad se puede definir como la probabilidad en las que un sistema, equipo o elemento, cumpla con su función determinada sin que presente algún tipo de fallo bajo un determinado tiempo. (UNE-EN13306, 2011).

Un equipo tiene la probabilidad de cumplir una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. Si se tiene un equipo sin fallo, el equipo es ciento por ciento confiable. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, se obtiene información valiosa acerca de su condición.

2.4.1.2 Disponibilidad

Es la aptitud de un equipo para encontrarse en estado en que pueda realizar su función en cualquier momento que se lo requiera. Listo para entrar en funcionamiento sin ningún inconveniente. (UNE-EN13306, 2011).

La disponibilidad permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.

2.4.1.3 Mantenibilidad

Capacidad de un elemento bajo condiciones de utilización dadas, de ser preservado, o ser devuelto a un estado en el que pueda realizar una función requerida, cuando el mantenimiento se ejecuta bajo condiciones dadas y utilizando procedimientos y recursos establecidos. (UNE-EN13306, 2011).

La mantenibilidad se define como la tarea para que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento se ejecuta.

2.4.2 Indicadores de mantenimiento hospitalario.

- Cumplimiento en % de las actividades programadas anuales.
- Se determinará el cumplimiento de cada orden.
- Disminución de mantenimiento correctivo en %
- La ventaja de implementar un plan de mantenimiento preventivo programado es que se previenen las fallas imprevistas.
- Reducción de costos de mantenimiento en %
- Disminución de los costos de mantenimiento correctivo aplicando mantenimiento preventivo.

(Ministerio de Salud del Hospital Hermilio Valdizan, 2013)

2.5 Objetivos del mantenimiento

Los objetivos del mantenimiento hospitalario son:

- Garantizar la seguridad de los pacientes y del personal administrativo utilizando los recursos del hospital.
- Contribuir a que la atención en salud cumpla con las características de calidad de acuerdo a la organización mundial de la salud.
- Garantizar el funcionamiento y asegurar la disponibilidad de los equipos para el servicio a los pacientes aplicando un plan de mantenimiento preventivo.

(Organización Mundial de la Salud, 2012)

2.6 Tipos de mantenimiento según la norma UNE EN 13306.

El mantenimiento de los equipos médicos se puede dividir en dos principales categorías: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo se divide en dos tipos mantenimiento basado en la condición y mantenimiento predeterminado, ver el gráfico 2-2. Existen varias definiciones de mantenimiento preventivo, pero todas coinciden en que es la intervención en un sistema o equipo para prevenir o mitigar las fallas, ver tabla 2-7.

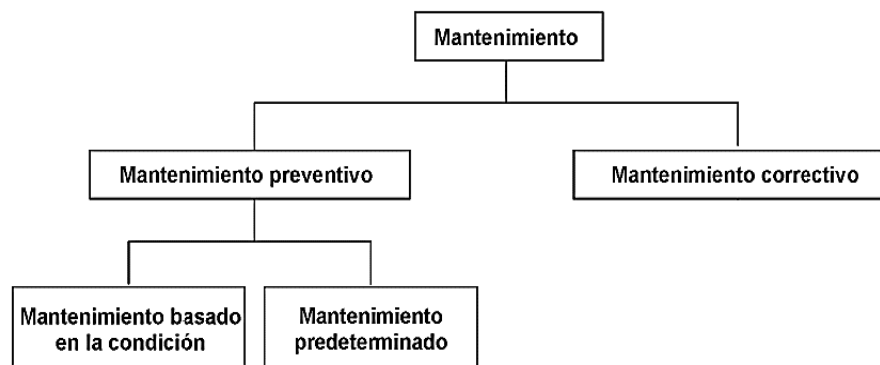


Gráfico 2-2: Tipos de Mantenimiento

Fuente: (EN13306, 2010)

Tabla 2-7: Definición de tipos de mantenimiento.

Mantenimiento correctivo.	
Mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en que pueda realizar una función requerida.	
Mantenimiento preventivo (MP).	
Mantenimiento que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios establecidos, y que está destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento.	
Mantenimiento basado en la condición.	Mantenimiento predeterminado.
Mantenimiento preventivo que incluye una combinación de monitorización de la condición y/o la inspección y/o los ensayos, análisis y las consiguientes acciones de mantenimiento.	Mantenimiento preventivo que se realiza de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin investigación previa de la condición.

Fuente: (EN13306, 2010)

2.6.1 Ventajas del mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo tiene varias ventajas, las cuales tienen resultados positivos

en donde es aplicado y estas son:

- Reducción de las paradas imprevistas de los equipos.
- Cambio del sistema de mantenimiento por paros a mantenimiento programado.
- Disminución de los costos de mantenimiento, de materiales y de mano de obra.
- Mejor control de refacciones, lo cual conduce a tener un inventario menos costoso.
- Disminución de los pagos de horas extra del personal, originados por las reparaciones imprevistas.
- Aumentar la disponibilidad de equipos, y por tanto, el tiempo útil de producción.
- Mayor seguridad para operarios y maquinaria.

(Palencia, 2012)

2.7 Planificación del mantenimiento preventivo.

La planificación del mantenimiento forma parte de un trabajo amplio, para establecer un programa integral de mantenimiento.

Este proceso incluye un examen de los factores clave, como inventario y metodología de mantenimiento. El reto para la planificación es equilibrar estos factores para elaborar un programa de mantenimiento apropiado. (Organización Mundial de la Salud, 2012)

Un plan de mantenimiento ayuda a gestionar de forma eficaz la planificación, puede calcular cuándo será el próximo mantenimiento a realizar de un equipo, las herramientas, materiales y personal encargado de realizar las tareas de mantenimiento. Además se puede controlar el proceso de mantenimiento y registrar la fecha en que se haya realizado.

2.8 Inventario de equipos

El 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. (Organización Mundial de la Salud, 2012)

El primer problema que se plantea al intentar realizar un análisis de equipos es elaborar

una lista ordenada de los equipos, realizar un inventario de activos de un hospital es algo más complejo de lo que pueda parecer.

En un hospital se tiene varios niveles que puede contener su estructura arbórea, como se presenta en el gráfico 2-3.

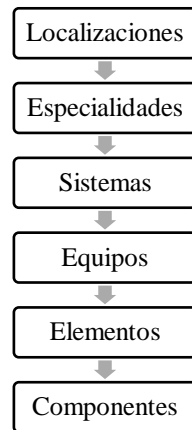


Gráfico 2-3: Esquema de estructura

jerárquica del inventario

Fuente: (Garrido, 2003)

Un hospital es una localización, se divide en diferentes especialidades. Cada una de estas especialidades estará formada por un conjunto de sistemas iguales o diferentes, que tienen una entidad propia. Cada sistema, a su vez, está dividido en equipos, que cumplen funciones específicas. Los equipos, a su vez, se descomponen en elementos y los elementos se dividen en componentes.

2.9 Codificación de equipos

Los principales activos de tecnología sanitaria que deben incluirse en un inventario son los equipos médicos. Es habitual que los equipos médicos se registren en un inventario independiente del inventario principal de los activos del hospital. Algunas organizaciones optan por incluir todos los dispositivos médicos en el inventario, incluso los artículos pequeños, como estetoscopios y termómetros; sin embargo, esto resulta poco práctico en organizaciones de gran tamaño. (Organización Mundial de la Salud, 2012)

Una vez elaborada la lista de equipos es importante identificar cada uno de los equipos con un código único. Esto facilita su localización, su referencia en órdenes de trabajo, en planos, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones, permite

el cálculo de indicadores referidos a áreas, equipos, sistemas, elementos, etc., y permite el control de costos. (Garrido, 2003), existen dos posibilidades a la hora de codificar:

- **Sistemas de codificación no significativos:** son sistemas que asignan un número o un código correlativo a cada equipo, pero el número o código no aporta ninguna información adicional.
- **Sistemas de codificación significativos o inteligentes,** en el que el código asignado aporta información.

La ventaja del empleo de un sistema de codificación no significativo, de tipo correlativo, es la simplicidad y la brevedad del código. La desventaja es la dificultad para ubicar una máquina a partir de su código, es necesario tener siempre a mano una lista para poder relacionar cada equipo con su código.

Un sistema de codificación significativo aporta valiosa información sobre el equipo al que se va a referir: tipo de equipo, área en el que está ubicada, familia a la que pertenece, y toda aquella información adicional que se quiera incorporar al código. El problema es que al añadir más información el código aumenta de tamaño.

La información del código de un equipo se muestra en la tabla 2-8, basándose en la (Organización Mundial de la Salud, 2012):

Tabla 2-8: Codificación de equipos

Localización	Especialidad	Especialidad con su respectivo N° correlativo	Familia de sistema	Código del tipo de sistema
cinco dígitos entre dos letras mayúsculas y tres números	Tres dígitos que son letras mayúsculas	Código de especialidad más tres dígitos secuenciales que van desde el 1 a 999	Un dígito alfa y una letra mayúscula	dos dígitos alfanumérico y dos dígitos numéricos

Realizado por: Quishpe José. Robalino Riley

- **Localización,** contiene cinco dígitos entre dos letras mayúsculas y tres números.
- **Especialidad** a la que pertenece dentro de la localización, contiene tres dígitos que son letras mayúsculas. Ej: GIN

- Especialidad con su respectivo N^o correlativo, contiene el código de especialidad más tres dígitos secuenciales que van desde el 1 a 999. Ej: GIN-001
- Familia de sistema, se selecciona si es de tipo hospitalario o eléctrico, ver tabla 2-9.

Tabla 2-9: Código de familia de sistema

Familia de sistema	Código
Hospitalario	H
Eléctrico	E

Realizado por: Quishpe José. Robalino Riley

- Tipo de sistema, cada sistema tiene dos dígitos alfanumérico y dos dígitos numéricos como se muestra en la tabla 2-10.

Tabla 2-10: Código del tipo de sistema.

Tipo de sistema	Código	Tipo de sistema	Código
Bomba de succión	BS	Medidor de presión arterial	MP
Cama eléctrica	CA	Oxímetro de pulso	OX
Desfibrilador	DS	Regulador de oxígeno	RN
Ecógrafo	EO	Sistema de ventilación auxiliar	SV
Lámpara de examen	LE	Succión intermitente de vacío	ST
Laringoscopio	LR	Succionador portátil	SU
Monitor multiparámetros	MO	Ventilador de transporte	VT
Nevera	NV	Ventilador portátil	VT
Tensiómetro	TE	Ventilador pulmonar	VT
Cabina para exámenes auditivos	CX	Ventilador mecánico invasivo	VM
Torre de nasolaringoscopia	TN	Onda de choque	OC
Frontoluz	FZ	Calentador de compresas	CS
Impedanciómetro digital	IP	Magneto	MG
Negatoscopio	NG	Cpm hombro	CB
Set de diagnóstico	SD	Pesas	PE
Balanza eléctrica	BA	Prono-supinador	PR
Baño de flotación	BF	Tablero de coordinación	TC
Campana extractora	EX	Tina de hidromasaje	TH
Coloreador automático	CT	Bicicleta ergométrica	BE
Dispensador de parafina	DN	Bicicleta de manos	BM
Horno de laboratorio	HL	Rueda de hombros	RH
Incubadora de laboratorio	IL	Paralela	PL
Microcentrífuga	MC	Plano inclinado	PI
Microscopio	MI	Juego para ejercicios básicos	JB
Micrótopo	MI	Silla de cuádriceps	SC
Placa fría	PF	Caminadora	CZ
Procesador automático de tejidos	PT	Use pitch (diagnóstico de voz)	DV
Regulador de voltaje	RV	Parafinero	PA
Bomba de infusión	BI	Baños de parafina portátil	BP

Continuación tabla 2-10.

Bomba de colchón antiescaras	BC	Electroestimulador	EM
Electrocardiógrafo	EL	Ultrasonido	UL
Endoscopio	ED	Laser	LS
Flujómetro	FJ	Onda corta	OT
Masajeador	MS		

Realizado por: Quishpe José. Robalino Riley

2.10 Fichas técnicas

La Ficha de Equipo debe contener los datos más sobresalientes a la hora de elaborar las fichas, se deberá comenzar por los equipos más críticos, y después continuar con el resto hasta completar la totalidad de los equipos del hospital. Esto debe hacerse así porque los equipos no críticos nos llevarán generalmente poco tiempo y, en cambio, el total de los equipos llevará mucho más tiempo. (Garrido, 2003)

En la ficha de equipo se anotará los siguientes datos:

- Código de equipo
- Tipo de equipo
- Breve descripción del equipo
- Modelo
- Número de serie
- Ubicación física en el centro de atención sanitaria
- Alimentación eléctrica Indica la alimentación eléctrica necesaria para el equipo, por ejemplo de 110 V, 220 V, 380 V o trifásica; puede ser útil para señalar los equipos que necesiten transformadores u otras medidas especiales.
- Proveedor del servicio de mantenimiento: Proporciona información sobre el proveedor incluyendo el nombre, contacto y, en caso de contar con una empresa o taller externo para el mantenimiento del equipo, incluir detalles del contrato (incluyendo vigencia de la garantía); información que indique fecha en que se realizó el mantenimiento.
- Vida útil prevista del equipo: Indica el tiempo esperado (típicamente, expresado en años) durante el cual el equipo puede funcionar de forma segura y eficaz; puede usarse como dato para determinar cuándo debe ser sustituido, retirado o eliminado.

(Organización Mundial de la Salud, 2012)

A continuación se presenta la tabla 2-11 del modelo de ficha técnica.

Tabla 2-11: Modelo de ficha técnica

	
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO	
1. NOMBRE DEL ACTIVO:	
2. MARCA DEL ACTIVO:	
3. MODELO DEL ACTIVO:	
4. NÚMERO DE SERIE:	
5. PRINCIPALES COMPONENTES DEL ACTIVO:	
FOTOGRAFÍAS	
6. RESPONSABLE DE REPORTAR DAÑOS EN EL ACTIVO:	
7. PERSONA A LA QUE SE LE REPORTA LOS DAÑOS:	
8. UBICACIÓN DEL ACTIVO:	

Realizado por: Quishpe José. Robalino Riley

2.11 Análisis de criticidad.

El análisis de criticidad se lo hará utilizando el método cualitativo de (Garrido, 2003) adaptado a la necesidad para evaluar la criticidad de equipos médicos, ver la tabla 2-12, para analizar un equipo se evalúa los factores de seguridad y ambiente, salud, calidad y mantenimiento; para determinar la criticidad se obtiene tres niveles de criticidad crítico importante o prescindible.

Cuando el equipo es crítico, su parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa. Si el equipo es importante, su parada, avería o mal funcionamiento, afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles y si el equipo es prescindible su incidencia es escasa en los resultados, generarán una pequeña incomodidad.

Para utilizar la tabla 2-12 se hace las preguntas que contiene cada nivel de criticidad por ejemplo: se hace la primera pregunta, si un equipo ocasiona una pérdida humana o necesita revisiones periódicas frecuentes, el equipo es crítico. Si el equipo necesita revisiones periódicas anuales o puede ocasionar un accidente grave, sin pérdida humana, es un equipo importante y si el equipo tiene poca influencia en seguridad, quiere decir que el equipo se encuentra en el nivel de criticidad prescindible.

Se debe evaluar a los equipos, encajando a que criterio de los tres niveles de criticidad pertenece cada uno de los equipos.

Tabla 2-12: Tabla análisis de criticidad

ANÁLISIS DE CRITICIDAD				
CRITICIDAD DE EQUIPO	SEGURIDAD Y AMBIENTE	SALUD	CALIDAD	MANTENIMIENTO
A CRÍTICO	Pérdida humana		Es clave para la calidad de la salud del paciente	Alto costo de reparación en caso de avería
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales)	Su parada afecta al paciente	Es el causante de un alto porcentaje de lesiones	Averías muy frecuentes
				Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento mano de obra/materiales
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales)	Afecta al paciente, pero es recuperable	Afecta al paciente, pero habitualmente no es problemático	Coste Medio en Mantenimiento
	Puede ocasionar un accidente grave, sin pérdida humana			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad	Poca influencia en el paciente	No afecta a la calidad de la salud	Bajo coste de Mantenimiento

Fuente: (Garrido, 2003)

Realizado por: Quishpe José. Robalino Riley

2.12 Modelos de mantenimiento

Un modelo de mantenimiento está formado por los tipos de mantenimiento en proporciones determinadas. Cada equipo necesitará una composición distinta de tipos de

mantenimiento, para la agrupación de tareas, los modelos de mantenimiento que se mencionan en el libro Organización y Gestión Integral del Mantenimiento de Santiago García Garrido publicado en el año 2003 son cuatro:

- Modelo Correctivo o Básico
- Modelo Condicional
- Modelo Sistémico
- Modelo de Alta Disponibilidad.

Todos los modelos de mantenimiento incluyen dos actividades indispensables, que son las inspecciones visuales, y la lubricación.

Está demostrado que la realización de estas dos tareas en cualquier activo es rentable incluso si se ocupa el modelo correctivo, ya que sería conveniente tener una inspección visual a esperar que el activo tenga algún tipo de avería.

2.12.1 Modelo Correctivo.

Es aplicable para los equipos con bajo nivel de criticidad, cuyas averías no causan ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos (Garrido, 2003).

Este modelo es el más básico, incluye a más de las inspecciones visuales y la lubricación, la reparación de averías que surjan. Este modelo se aplica en equipos con criticidad prescindible como:

- Inspecciones visuales.
- Lubricación.
- Reparación de averías.

2.12.2 Modelo Condicional.

Tiene actividades del modelo correctivo y también tareas basadas en la condición. Se encuentran tareas básicas como:

- Inspecciones visuales.
- Lubricación.
- Reparación de averías.

- Mantenimiento Condicional.

2.12.3 Modelo Sistémico

Contiene las actividades del modelo condicional además de otras actividades de mantenimiento sistémico y se encuentran tareas como:

- Inspecciones visuales.
- Lubricación.
- Reparación de averías.
- Mantenimiento Condicional.
- Mantenimiento Preventivo Sistemático.

2.12.4 Modelo de Alta Disponibilidad.

Se encuentran tareas del modelo sistémico y la tarea de overhaul o grandes revisiones. Este modelo se aplica en equipos que no pueden sufrir una avería o mal funcionamiento y exigen niveles de disponibilidad altos, por encima del 90%, las tareas de este modelo son:

- Inspecciones visuales.
- Lubricación.
- Reparación de averías.
- Mantenimiento Condicional.
- Mantenimiento Sistemático.
- Overhaul o grandes revisiones.

Para determinar qué modelo de mantenimiento se debe conocer la criticidad de los equipos, se utiliza el flujograma del gráfico 2-4, se inicia en la parte superior del flujograma seleccionando la criticidad del equipo.

Si el equipo es crítico el gráfico indica que se debe utilizar los modelos programados, que se dividen en tres de acuerdo a la disponibilidad del equipo, por ejemplo si el equipo es de alta disponibilidad está en 90% y corresponde al modelo de alta disponibilidad, cuando el equipo está en media disponibilidad quiere decir que está en un rango entre 40% - 90% y corresponde a un modelo sistemático y si el equipo es de baja disponibilidad menos de

40% pertenece a un modelo condicional.

Cuando la criticidad del equipo es importante hay que saber si el valor de parada del equipo es alto o bajo, si es alto se elige de los modelos programados como en el caso para equipos críticos y si el valor de parada es bajo hay que conocer si el costo de reparación es bajo o alto, si es alto se elige de los modelos programados y si el costo de reparación es bajo corresponde a un modelo básico.

Y si la criticidad del equipo es prescindible corresponde también a un modelo básico.

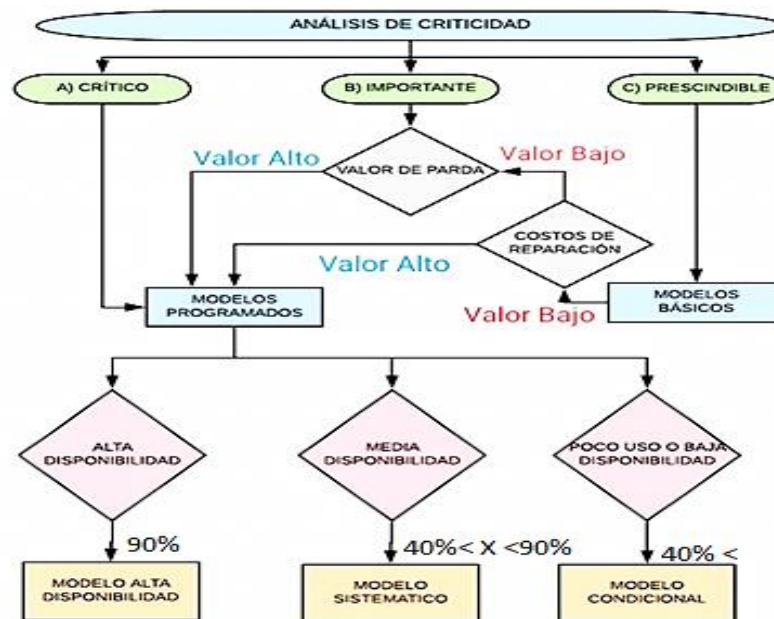


Gráfico 2-4: Modelos de mantenimiento.

Fuente: (Garrido, 2003)

2.13 Selección de las tareas de mantenimiento.

Las tareas de mantenimiento preventivo son trabajos que se realiza para evitar las fallas o minimizar sus efectos. Las tareas de mantenimiento pueden clasificarse en los tipos de la tabla 2-13.

Determinado el modelo de mantenimiento de un equipo, es posible seleccionar qué tareas utilizar. Si el modelo es correctivo, solo serán posibles tareas del tipo 1 y 2, e incluso en determinados casos del tipo 3.

Si el modelo es condicional, también son posibles tareas de tipo 4, 5 y 6. Si el modelo es sistemático, también serán posibles tareas del tipo 7, 8 y 9.

Si el modelo es de alta disponibilidad, se puede aplicar todos los tipos de tareas, incluso del tipo 10, ver tabla 2-14.

Tabla 2-13: Tipos de tareas

<p>Tipo 1: Inspecciones visuales. Las inspecciones visuales siempre son rentables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales tienen un costo bajo.</p>
<p>Tipo 2: Lubricación. Las tareas de lubricación, por su bajo costo, siempre son rentables.</p>
<p>Tipo 3: Verificaciones del correcto funcionamiento realizados con instrumentos propios del equipo. Este tipo de tareas consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo, por ejemplo la verificación de alarmas, la toma de datos de presión, temperatura y vibraciones.</p>
<p>Tipo 4: Verificaciones del correcto funcionamiento realizados con instrumentos externos del equipo. Se va a determinar si el equipo cumple con especificaciones determinadas, es necesario utilizar instrumentos o herramientas especiales. Las verificaciones se dividen en dos categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las realizadas con instrumentos sencillos, como pinzas amperimétricas, termómetros por infrarrojos, tacómetros, vibrómetros, etc. • Las realizadas con instrumentos complejos, como analizadores de vibraciones, detección de fugas por ultrasonidos, termografías, análisis de la curva de arranque de motores, etc.
<p>Tipo 5: Limpiezas técnicas condicionales, dependiendo del estado en que se encuentre el equipo.</p>
<p>Tipo 6: Ajustes condicionales, dependiendo de que el equipo haya dado síntomas de estar desajustado.</p>
<p>Tipo 7: Limpiezas técnicas sistemáticas, realizadas cada cierta hora de funcionamiento, o cada cierto tiempo, sin importar cómo se encuentre el equipo.</p>
<p>Tipo 8: Ajustes sistemáticos, sin considerar si el equipo ha dado síntomas de estar desajustado.</p>
<p>Tipo 9: Sustitución sistemática de piezas, por horas de servicio o por fecha de calendario, sin comprobar su estado.</p>
<p>Tipo 10: Grandes revisiones, con la sustitución de todas las piezas sometidas a desgaste.</p>

Fuente: (Garrido, 2003)

Tabla 2-14: Tareas de mantenimiento de acuerdo al modelo de mantenimiento.

Tipos de tareas de mantenimiento	Modelos de mantenimiento a los que se puede aplicar este tipo de tarea.			
1. Inspecciones visuales	Básico	Condicional	Sistemático	Alta Disponibilidad
2. Tareas de lubricación				
3. Verificaciones en operación.				
4. Inspecciones predictivas				
5. Limpiezas por condición				
6. Ajuste por condición				
7. Limpiezas y ajustes sistemáticos				
8. Sustitución de piezas				
9. Grandes revisiones				

Fuente: (Garrido, 2003)

2.14 Frecuencia de mantenimiento preventivo por equipos.

Para el cálculo de frecuencia se aplica el algoritmo de Fennigkoh y Smith, el mismo que se compone de la evaluación de los siguientes factores de riesgo. (Ortiz, y otros, 2016)

2.14.1 Función del equipo.

Considera el papel que cumple el equipo en el cuidado del paciente y la influencia que puede ocasionar sobre el mismo de acuerdo a esta condición. Su escala de valoración de riesgo se encuentra entre 2 como nivel mínimo y 10 como valor máximo. (Ortiz, y otros, 2016)

2.14.2 Aplicación clínica

Toma en cuenta los riesgos posibles para el paciente durante el uso del dispositivo. Su escala de valoración de riesgo varía entre 1 como nivel mínimo y 5 como nivel máximo. (Ortiz, y otros, 2016)

2.14.3 Requisitos de mantenimiento

Varían de acuerdo a la complejidad de los requerimientos para el desarrollo de actividades de mantenimiento para el equipo. Su escala de valoración de riesgo se encuentra entre 1 como valor mínimo y 5 como máximo. (Ortiz, y otros, 2016)

2.14.4 Antecedentes de problemas del equipo

Toma en cuenta la información histórica de mantenimiento disponible y las condiciones de los equipos para contribuir o mejorar el índice de gestión que define la criticidad del equipo.

Por tal motivo, la escala de valoración se encuentra establecida entre los valores -2 como mínimo y 2 como máximo. (Ortiz, y otros, 2016). Una vez definidos los factores a evaluar se define índice de gestión GE, según la ecuación 3.

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

Ecuación 3: Índice de gestión

Obtenido el índice de gestión GE, se procede a seleccionar según el criterio de los equipos si obtiene un índice GE igual a 12 o menor, no se consideran dentro del programa de mantenimiento preventivo, si es mayor que doce deben incluirse obligatoriamente.

2.14.5 Etapa de programación de la frecuencia.

En la etapa de programación se aplica la metodología de evaluación clínica para establecer la frecuencia de mantenimiento que se le asigna a cada equipo, para lo que se valoran los criterios:

- Frecuencia de uso
- Confiabilidad del equipo
- Facilidad de uso
- Contribución para el tratamiento del paciente

Estos criterios se evalúan de acuerdo a la escala de la Tabla 2-15.

Tabla 2-15: Escala de valoración para evaluación clínica

Respuesta	Puntaje
Muy alta	8
Alta	6
Mediana	4
Baja	2
Ninguna	0

Fuente: (Ortiz, y otros, 2016)

Posteriormente a la valoración de los factores se determina el factor de evaluación clínica según la Ecuación 4.

$$Ec = \frac{(\text{Puntos obtenidos por el equipo}) \times 10}{28 \text{ Puntos}}$$

Ecuación 4: Ecuación de evaluación clínica

Hallado el valor de la evaluación clínica E_c , se relaciona a este con los factores de criticidad según establece la Ecuación 5, con el objeto de calcular el índice de frecuencia de mantenimiento FMP.

$$FMP = \text{Función} + \text{Aplicación} + \text{Mantenimiento} + E_c$$

Ecuación 5: Índice de frecuencia de mantenimiento

Obteniendo el FMP de los equipos para el mantenimiento preventivo, se relaciona dicho valor con los parámetros establecidos en la Tabla 2-16 para designar la frecuencia de mantenimiento correspondiente.

Tabla 2-16: Frecuencia de mantenimiento preventivo en base a FMP.

Parámetros	Mantenimiento preventivo (MP)
$FMP \leq 12$	No MP
$12 < FMP < 25$	MP cada año
$25 < FMP < 28$	MP cada seis meses
$FMP = 28 - 30$	MP cada cuatro meses

Fuente: (Ortiz, y otros, 2016)

Realizando los procedimientos detallados en la etapa de planificación, se calcula la valoración respectiva para el caso de cada uno de los parámetros requeridos, designando finalmente la frecuencia de mantenimiento preventivo adecuada a cada equipo. (Ortiz, y otros, 2016)

2.15 Agrupación de las tareas de mantenimiento en rutas y rutinas.

Se enlista actividades y tareas las cuales se agrupan para facilitar su ejecución, es importante realizar las rutas según la localización y frecuencia de los activos para tener una alta disponibilidad y excelente administración de recursos, las rutas se dividen en rutinas y se componen de la siguiente manera:

- Rutinas cíclicas que son la agrupación de tareas que se realizarán en la misma área o agrupadas por las frecuencias de mantenimiento diarias, semanales, mensuales o anuales.
- Rutinas de servicio que son tareas referidas al mismo equipo.
- Rutinas por especialidad pueden ser rutinas eléctricas, mecánicas, de instrumentación, de lubricación, de ajuste y de calibración.

2.16 Plan de mantenimiento

Conjunto estructurado y documentado de tareas que incluyen las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para realizar el mantenimiento (EN13306, 2010), el modelo de plan de mantenimiento se muestra en la tabla 2-17.

Tabla 2-17: Modelo de plan de mantenimiento

PLAN DE MANTENIMIENTO																				
N°	NOMBRE																			
TIPO DE PROGRAMACIÓN																				
CÓDIGO DEL EQUIPO	SUB-RUTA	CÓDIGO DE LA TAREA	LISTA DE TAREAS	FRECUENCIA (semanas)	FECHA DE ÚLTIMA EJECUCIÓN	2018					2019									
						ENERO					ENERO									
						1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
ELABORADO POR:			REVISADO POR:			APROBADO POR:														
Cargo:			Cargo:			Cargo:														
Fecha:			Fecha:			Fecha:														
Firma:			Firma:			Firma:														

Realizado por: José Quishpe, Riley Robalino.

El proceso para llenar el plan de mantenimiento de la tabla 1, consta de los siguientes pasos:

PASO 1. Se describe el número de plan de mantenimiento.

PASO 2. Nombre de plan de mantenimiento ya sea por ruta o rutina, según la necesidad.

PASO 3. Código del equipo de la forma como se muestra en el Anexo J.

PASO 4. Nombre de la sub ruta.

PASO 5. Código de las tareas de mantenimiento.

PASO 6. Se describen las tareas de mantenimiento preventivo a realizarse en el equipo médico que necesite el mantenimiento preventivo.

PASO 7. Frecuencia en semanas, con la que se va a realizar el mantenimiento preventivo.

PASO 8. Fecha de la última ejecución de mantenimiento.


PASO 9. Se realiza la programación de las tareas de mantenimiento a realizarse en el equipo médico según su frecuencia.

PASO 10. Datos y la firma de los responsables del proceso del plan de mantenimiento.

2.17 Solicitud de trabajo

Es emitida por los jefes de cada especialidad del hospital y receptada por el departamento de mantenimiento. Este documento es el punto inicial para realizar un trabajo de mantenimiento, detallándose en su contenido la falla ocurrida, como se observa en la tabla 2-18.

Tabla 2-18: Solicitud de trabajo

 SOLICITUD DE TRABAJO			
Descripción de la solicitud:			
Datos básicos			
Emite:			
Solicita:		Ejecuta:	
Motivo:			
Descripción adicional:			
Emitido por:	Destino:	Prioridad	
Fecha:		Baja	
		Regular	
	Importante		
GENERAR OT			

Realizado por: José Quishpe, Riley Robalino.

El proceso para llenar la solicitud de trabajo de la tabla 2-18, consta de los siguientes pasos:

PASO 1. Problema por el cual se está realizando la solicitud.

PASO 2. Quien emite la solicitud.

PASO 3. Quien solicita la solicitud.

PASO 4. Se describe quien ejecuta la solicitud.

PASO 5. Se elige el motivo de la solicitud, puede ser una falla.

PASO 6. Información adicional para llegar a la ubicación del equipo y la falla.

PASO 7. Prioridad de la falla ya sea normal, importante o urgente.

PASO 8. Se elige el responsable de emitir la solicitud.

PASO 9. Se elige el destino del equipo que contiene la falla.

PASO 10. Fin de la solicitud de trabajo.

2.18 Orden de trabajo

Documento que contiene toda la información relativa a una operación de mantenimiento y las referencias a otros documentos necesarios para llevar a cabo el trabajo de mantenimiento. (NTE INEN-EN 13460 , 2010), la orden de trabajo se muestra en la tabla 2-19.

Tabla 2-19: Orden de trabajo

HOSPITAL IESS RIOBAMBA		N°	
ORDEN DE TRABAJO			
C. COSTO	FECHA PROGR	FECHA INICIO	FECHA FIN 12/11/2018
UBICACIÓN:	PROGRAMADA <input type="checkbox"/>	DIRECTA <input type="checkbox"/>	
SOLICITA:	EJECUTA:	PRVDR.	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:			
DATOS ADICIONALES:			
TAREAS:			
MATERIALES/REPUESTOS:			
PERSONAL REQUERIDO:			
OBSERVACIONES GENERALES:		OBSERVACIONES DE SEGURIDAD:	
EMITE <input type="checkbox"/>	APRUEBA <input type="checkbox"/>	CIERRA <input type="checkbox"/>	

Fuente: (sismac, 2018)

2.19 Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO)

La decisión de automatizar un plan de mantenimiento mediante un software depende de las circunstancias concretas del establecimiento de atención de salud, como sus procedimientos de trabajo, su infraestructura de tecnología informática y el presupuesto de que dispone. Para ayudar eficazmente en la gestión y el mantenimiento de equipos médicos, un software de mantenimiento debe satisfacer las necesidades del usuario, aunque ninguno de los sistemas disponibles ofrece una solución completa. No obstante, la mayoría se puede personalizar para adecuarlo a las necesidades específicas de un establecimiento de atención de salud, un software de mantenimiento debe ser idóneo para:

- Estandarizar y armonizar la información
- Ayudar en la planificación y el seguimiento de la inspección y el mantenimiento preventivo
- Controlar los indicadores de desempeño de los equipos, como el tiempo medio entre fallos, el tiempo de inactividad y los costos de mantenimiento
- Controlar los indicadores del desempeño del personal, como las reparaciones repetidas por el mismo empleado para el mismo problema, el tiempo medio de inactividad asociado a personas concretas y el tiempo de trabajo
- Generar informes que se puedan usar para planificar los programas de capacitación de usuarios basándolos en los datos de frecuencia de averías de los equipos en ciertos departamentos o centros sanitarios.
- Generar la documentación adecuada para obtener la acreditación de organizaciones de reglamentación y estandarización.

2.19.1 *Software de mantenimiento.*

Para la implementación de Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), se utilizará el software de mantenimiento, las funciones que contiene el software y que se encuentran desarrolladas en el Capítulo IV de este documento de titulación se muestran a continuación:

- Inventario técnico de instalaciones. Codificación inteligente, multinivel jerárquico de información, Clasificación de bienes por familias - tipos - clases.
- Fichas técnicas de datos. (Datos de placa, operación) predefinidas, y nuevas configurables por el usuario.

- Interfaz gráfica Almacenamiento de imágenes y video, relacionada con la información de todos los módulos.
 - Documentación técnica. Vinculación de manuales, planos, referencias gráficas y video al inventario de instalaciones.
 - Banco predefinido y configurable de Tareas de Mantenimiento
 - Programación paramétrica de tareas y rutinas de mantenimiento. De acuerdo a naturaleza y modos de operación definidos por el usuario (Horas operadas, Número de arranques, Km recorridos, etc.).
 - Solicitudes de trabajo. Lanzamiento, seguimiento, evaluación.
 - Ordenes de trabajo. Programación y lanzamiento de acuerdo a la naturaleza del trabajo. (Preventivas, correctivas, etc.)
 - Cronogramas de rutinas y órdenes de trabajo
 - Seguimiento de órdenes de trabajo. según su estado.
 - Reportes técnicos. De distinta naturaleza en los diferentes módulos, de acuerdo a selección de parámetros de consulta.
 - Seguridad. Perfiles de usuario parametrizables por el Administrador del sistema, para acceso a cada módulo y sus diferentes submódulos.
 - Administrador. Configuración de Servidor, ruta de acceso, opciones multiusuario, etc.
 - Interfaz de datos con otras aplicaciones existentes en la empresa cliente (Inventarios de bodega, Compras, Activos fijos, Contabilidad, personal y nómina, aplicaciones técnicas, etc.)
 - Tareas automatizadas (registro histórico, actualización de recursos de Ots, etc.)
- (sismac, 2018).

CAPÍTULO III

3. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Para la evaluación de la gestión del mantenimiento, se hará una comparación de los resultados, entre dos hospitales sobre la gestión del mantenimiento. Para ello se utiliza el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ).

3.1 Determinación de los criterios y requerimientos de evaluación.

Para la determinación de los criterios de evaluación se recolectó información de artículos científicos, tesis de maestría o doctorado y libros. La información se tomó de fuentes de máximo cinco años atrás.

De la información recolectada se extrajo lo más relevante, considerando que ésta información se empleó para realizar la evaluación de la gestión del mantenimiento.

Los criterios y su codificación, empleados para evaluar la gestión de mantenimiento del Hospital General Riobamba IESS, se muestran en la tabla 3-1.

Tabla 3-1: Criterios de mantenimiento

CRITERIOS	CÓDIGO
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	OM
RECURSOS HUMANOS	RM
CONTROL ECONÓMICO	CE
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL.	PP
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MC
TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	TC
MANEJO DE INVENTARIOS DE BODEGA PARA MANTENIMIENTO	MI

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

Cada criterio de mantenimiento cuenta con requerimientos, todos son importantes y serán tomados en cuenta en la evaluación, ésta información se presenta en la tabla 3-2.

Una vez definidos los criterios y requerimientos para la evaluación, se deberán codificarlos, para simplificar su mención, como se indica en la tabla 3-3.

Tabla 3-2: Criterios y requerimientos de mantenimiento

Criterios	Requerimientos
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	Políticas de mantenimiento
	Herramienta informática para la gestión de mantenimiento
RECURSOS HUMANOS	Formación profesional
	Capacitación y entrenamiento
	Cantidad de personal de mantenimiento
CONTROL ECONÓMICO	Presupuesto de mantenimiento
	Porcentaje de cumplimiento de presupuesto ejecutado
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL	Inventario de bienes a mantener
	Plan implementado de mantenimiento preventivo para todos los dispositivos médicos, equipos médicos y tecnología médica.
	Programación de actividades de mantenimiento
	Documentos de mantenimiento
	Análisis de criticidad basado en riesgo
	Indicadores de mantenimiento
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Documentación y análisis de fallos consecuencias y efectos
TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	Política de contratación
	Especificaciones técnicas
	Supervisión de los trabajos ejecutados
MANEJO DE INVENTARIOS DE BODEGA PARA MANTENIMIENTO	Maestro de ítem
	Control de existencias
	Inventario valorado de ítems

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

Tabla 3-3: Codificación de criterios y requerimientos

CRITERIOS	CÓDIGO	REQUERIMIENTOS	CÓDIGO
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	OM	Políticas de mantenimiento	OM1
		Herramienta informática para la gestión de mantenimiento	OM2
RECURSOS HUMANOS	RM	Formación profesional	RM1
		Capacitación y entrenamiento	RM2
		Cantidad de personal de mantenimiento	RM3
CONTROL ECONÓMICO	CE	Presupuesto de mantenimiento	CE1
		Porcentaje de cumplimiento de presupuesto ejecutado	CE2
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL	PP	Inventario de bienes a mantener	PP1
		Plan implementado de mantenimiento preventivo para todos los dispositivos médicos, equipos médicos y tecnología médica.	PP2
		Programación de actividades de mantenimiento	PP3
		Documentos de mantenimiento	PP4
		Análisis de criticidad basado en riesgo	PP5
		Indicadores de mantenimiento	PP6
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MC	Documentación y análisis de fallos consecuencias y efectos	MC1
TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	TC	Política de contratación	TC1
		Especificaciones técnicas	TC2
		Supervisión de los trabajos ejecutados	TC3
MANEJO DE INVENTARIOS DE BODEGA PARA MANTENIMIENTO	MI	Maestro de ítem	MI1
		Control de existencias	MI2
		Inventario valorado de ítems	MI3

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

3.3 Estructura jerárquica de los criterios de evaluación

Los criterios y requerimientos deberán ir organizados de forma jerárquica como en el gráfico 3-1.

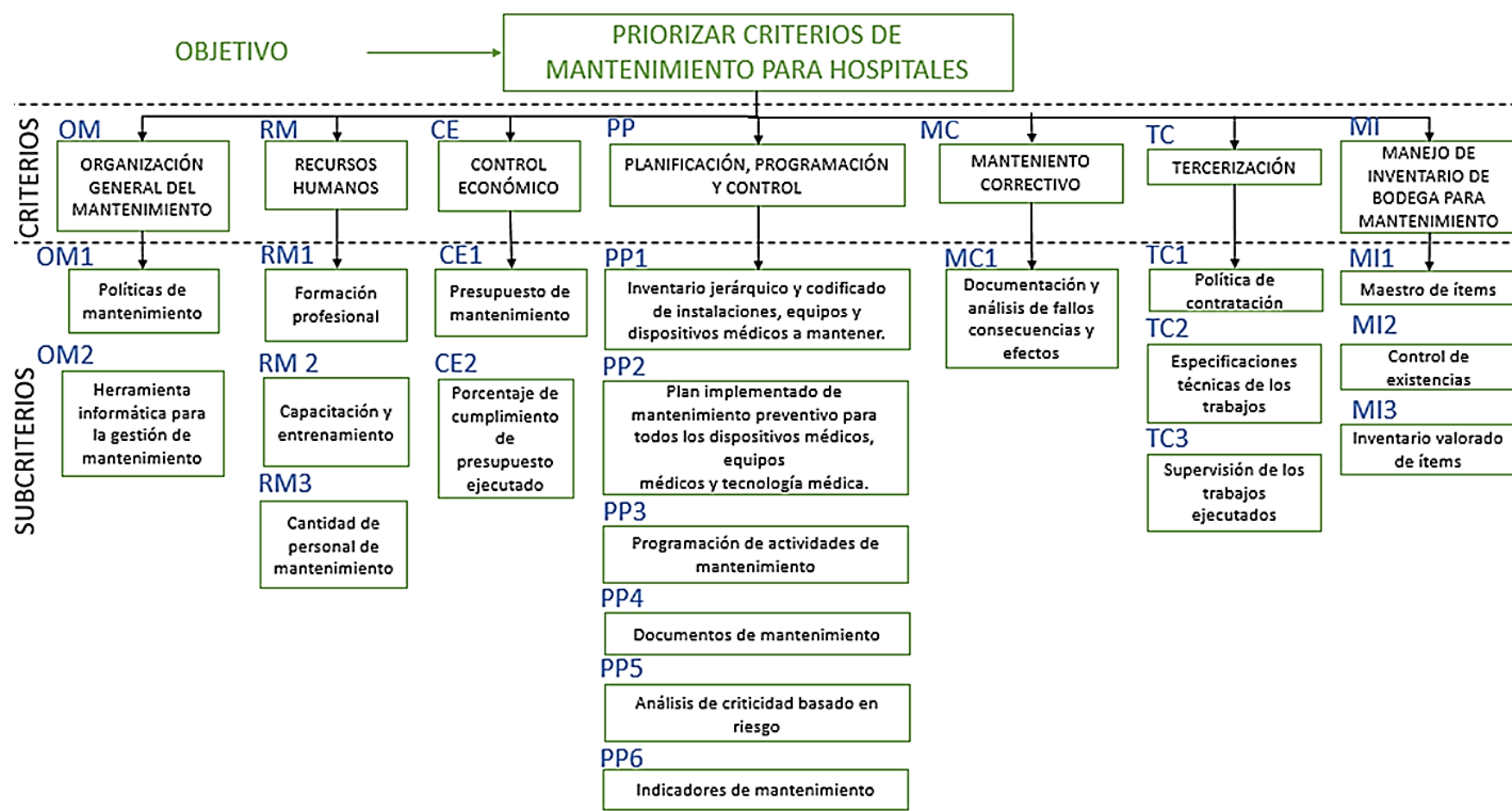


Gráfico 3-1: Estructura del esquema

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

3.3.1 La priorización

Una vez definidos los criterios se procede con la siguiente etapa, que es la priorización de los criterios, para lo cual se empleará un instrumento que permita la recolección de la información.

3.3.2 El instrumento

Consiste en la elaboración de una encuesta. En la que se comparan: requerimientos vs requerimientos y criterios vs criterios (ver Anexo A).

3.4 Los especialistas

Las personas evaluadas fueron divididas en tres grupos, el primer grupo consta de docentes de la carrera de Ingeniería de Mantenimiento de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (Ver tabla 3-4).

Tabla 3-4: Especialistas - Docentes

GRUPO N° 1	
DOCENTE 1	ANGEL RAMIREZ
DOCENTE 2	MARCO HARO
DOCENTE 3	ALEX TENICOTA
DOCENTE 4	CESAR GALLEGOS
DOCENTE 5	SERGIO VILLACRES
DOCENTE 6	CESAR ARREGUI
DOCENTE 7	ANGEL LARREA
DOCENTE 8	STALIN NUELA
DOCENTE 9	MAYRA VISCAINO
DOCENTE 10	CRISTIAN REDROBAN

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

El grupo número dos lo conforman jefes de mantenimiento en varios hospitales y expertos profesionales en el tema. (Ver tabla 3-5).

Tabla 3-5: Especialistas – Expertos profesionales

GRUPO N° 2	
EXPERTO 1	ANGELICA LLAMUCA
EXPERTO 2	JULIO SANCHEZ
EXPERTO 3	DENIS LEDESMA
EXPERTO 4	JULIO LOPEZ
EXPERTO 5	FAUSTO GARRIDO
EXPERTO 6	CRISTIAN PILATAXI
EXPERTO 7	CESAR CORRAL
EXPERTO 8	ADRIAN YAUXI
EXPERTO 9	LUIS JACOME
EXPERTO 10	FERNANDO SOLIS

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

El grupo número tres lo conforman administradores de mantenimiento en varios hospitales. (Ver tabla 3-6).

Tabla 3-6: Especialistas – administradores de mantenimiento

GRUPO N°3	
ADMINISTRADOR 1	DAVID HUILCA
ADMINISTRADOR 2	JORGE CHILUIZA
ADMINISTRADOR 3	LUIS FLORES
ADMINISTRADOR 4	GERMAN LLAMUCA
ADMINISTRADOR 5	RAUL ALTAMIRANO
ADMINISTRADOR 6	CESAR LOPEZ
ADMINISTRADOR 7	ADRIANA PAZMIÑO
ADMINISTRADOR 8	EDISON QUISPILLO
ADMINISTRADOR 9	NELSON CAIZA
ADMINISTRADOR 10	HERNESTO CARRILLO

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

3.4.1 Ponderación de los criterios

La valoración realizada por cada especialista, se llevó a una matriz de comparación pareada; se muestra un ejemplo en la tabla 3-7.

Tabla 3-7: Matriz de comparación pareada

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA CRITERIOS							
	OM	RM	CE	PP	MC	TC	MI
OM	1,00	0,25	1,00	0,33	0,14	0,14	0,13
RM	4,00	1,00	7,00	3,00	0,25	1,00	0,50
CE	1,00	0,14	1,00	0,33	0,33	0,25	0,25
PP	3,00	0,33	3,00	1,00	0,20	0,25	0,25
MC	7,00	4,00	3,00	5,00	1,00	1,00	3,00
TC	7,00	1,00	4,00	4,00	1,00	1,00	0,33
MI	8,00	2,00	4,00	4,00	0,33	3,00	1,00
SUMA	31,00	8,73	23,00	17,67	3,26	6,64	5,46

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

3.4.2 Cálculo de los vectores propios

Los vectores propios, determinan la ponderación de los criterios, según la valoración de cada decisor.

Para obtener los vectores propios se realiza la multiplicación de la matriz de comparación pareada, por sí misma; obteniéndose así la matriz de primer producto (ver la tabla 3-8).

Se realiza la suma de todas las filas y se obtiene los resultados en la tabla 3-9. La suma total de los valores de las sumas es 778.94, con este valor se calcula el vector propio. Se divide el primer valor de la columna de suma es decir 22.01 para el valor total de la suma,

así se obtiene el vector propio. Este proceso se lo realiza con todos los valores de la suma y se obtiene el vector propio como muestra la tabla 3-10.

Tabla 3-8: Matriz de primer producto.

PRIMER PRODUCTO							
	OM	RM	CE	PP	MC	TC	MI
OM	7,00	1,72	6,25	3,54	0,93	1,39	1,18
RM	36,75	7,00	33,75	16,92	5,17	6,82	5,08
CE	9,65	2,73	7,00	5,10	1,25	1,95	1,86
PP	15,48	3,40	13,93	7,00	2,25	2,96	2,48
MC	79,00	18,85	72,00	41,33	7,00	18,00	11,21
TC	43,67	10,32	38,33	21,00	5,49	7,00	7,04
MI	63,33	12,24	55,00	31,67	7,44	11,48	7,00

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

Tabla 3-9: Suma total de las filas del primer producto

SUMA
22,01
111,49
29,54
47,49
247,39
132,86
188,16
778,94

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

Tabla 3-10: Obtención del vector propio

VECTOR PROPIO
0,028254
0,143135
0,037925
0,060973
0,317595
0,170563
0,241556
1,00

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

La suma total de los vectores propios da un valor de uno, que permite verificar que los cálculos se han realizado correctamente.

Haciendo el cálculo de los vectores propios de los grupos de docentes, expertos y administradores de mantenimiento se obtuvieron los resultados que se presentan en los anexos Anexo B, Anexo C y Anexo D, respectivamente.

3.4.3 Pesos de los criterios de mantenimiento.

A partir de los valores de los vectores propios de los tres grupos de especialistas evaluados se obtiene la valoración por grupo de interés y se los ubica en columnas de acuerdo a cada grupo.

Luego, se debe calcular la media geométrica, para cada criterio lo que se denomina como agregación, para obtener el valor de normalización se divide cada valor de la columna de agregación para la suma total de la columna de agregación y el peso final que se expresa en porcentaje. (Ver tabla 3-11), el mismo cálculo se aplica para obtener los pesos de los subcriterios ver Anexo E

Tabla 3-11: Pesos de los criterios de mantenimiento.

CRITERIOS	PESOS			AGREGACION	NORMALIZACION	PESO FINAL
	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3			
OM	0,17	0,10	0,08	0,11	0,11	11,42%
RM	0,19	0,16	0,17	0,18	0,18	17,80%
CE	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	10,42%
PP	0,15	0,11	0,12	0,12	0,13	12,61%
MC	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	5,74%
TC	0,19	0,29	0,27	0,25	0,25	25,09%
MI	0,13	0,18	0,20	0,17	0,17	16,93%
SUMA	1	1	1	0,99	1	1

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

Finalmente, los pesos de los criterios y subcriterios, se presentan en la tabla 3-12.

3.5 Definición del umbral de desempeño

En el umbral de desempeño se muestra la evaluación, como si la encuesta fuese ideal o perfecta (ver tabla 3-13).

El umbral de desempeño será el modelo a comparar con los resultados obtenidos de las encuestas a los hospitales Carlos Andrade Marín y Hospital General Riobamba.

La evaluación permitirá identificar los criterios con valoración más baja con respecto al umbral de desempeño y tomar la decisión sobre acciones para mejorar.

Tabla 3-12: Criterios y subcriterios con sus respectivos pesos

CRITERIOS	PESOS	SUBCRITERIOS	PESOS
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	0,114	OM1. Políticas de mantenimiento	0,78
		OM2. Herramienta informática para la gestión de mantenimiento	0,22
RECURSOS HUMANOS	0,178	RM1. Formación profesional	0,42
		RM2. Capacitación y entrenamiento	0,43
		RM3. Cantidad de personal de mantenimiento	0,15
CONTROL ECONÓMICO	0,104	CE1. Presupuesto de mantenimiento	0,77
		CE2. Porcentaje de cumplimiento de presupuesto ejecutado	0,23
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL	0,126	PP1. Inventario de bienes a mantener	0,10
		PP2. Plan implementado de mantenimiento preventivo para todos los dispositivos médicos, equipos médicos y tecnología médica.	0,18
		PP3. Programación de actividades de mantenimiento	0,14
		PP4. Documentos de mantenimiento	0,08
		PP5. Análisis de criticidad basado en riesgo	0,12
		PP6. Indicadores de mantenimiento	0,38
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0,057	MC1. Documentación y análisis de fallos consecuencias y efectos	1
TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	0,251	TC1. Política de contratación	0,48
		TC2. Especificaciones técnicas	0,23
		TC3. Supervisión de los trabajos ejecutados	0,29
MANEJO DE INVENTARIOS DE BODEGA PARA MANTENIMIENTO	0,169	MI1. Maestro de ítem	0,46
		MI2. Control de existencias	0,26
		MI3. Inventario valorado de ítems	0,28
VALORES AL 100% DEL UMBRAL DEL DESEMPEÑO			

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

Tabla 3-13: Umbral de desempeño

CRITERIOS	PESOS	SUBCRITERIOS	PESOS	NIVEL DE DESEMPEÑO										
				DEFICIENTE		POCO SATISFACTORIO		SATISFACTORIO		SATISFACTORIO				
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	0,114	OM1. Políticas de mantenimiento	0,78	0,00	0,00	0,00	0,35	0,27	4,00	0,70	0,55	8,00	1,00	0,78
		OM2. Herramienta informática para la gestión de	0,22	0,00	0,00		0,35	0,08		0,70	0,15		1,00	0,22
		SUMA	0,00	0,00	SUMA		0,35	SUMA		0,70	SUMA		1,00	
RECURSOS HUMANOS	0,178	RM1. Formación profesional	0,42	0,00	0,00	0,00	0,35	0,15	6,23	0,70	0,29	12,46	1,00	0,42
		RM2. Capacitación y entrenamiento	0,43	0,00	0,00		0,35	0,15		0,70	0,30		1,00	0,43
		RM3. Cantidad de personal de mantenimiento	0,15	0,00	0,00		0,35	0,05		0,70	0,10		1,00	0,15
SUMA	0,00	0,00	SUMA	0,35	SUMA	0,70	SUMA	1,00						
CONTROL ECONÓMICO	0,104	CE1. Presupuesto de mantenimiento	0,77	0,00	0,00	0,00	0,35	0,27	3,65	0,70	0,54	7,29	1,00	0,77
		CE2. Porcentaje de cumplimiento de presupuesto ejecutado	0,23	0,00	0,00		0,35	0,08		0,70	0,16		1,00	0,23
		SUMA	0,00	0,00	SUMA		0,35	SUMA		0,70	SUMA		1,00	
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL	0,126	PP1. Inventario de bienes a mantener	0,10	0,00	0,00	0,00	0,35	0,04	4,41	0,70	0,07	8,82	1,00	0,10
		PP2. Plan implementado de mantenimiento preventivo para todos los dispositivos médicos, equipos médicos y tecnología médica.	0,18	0,00	0,00		0,35	0,06		0,70	0,13		1,00	0,18
		PP3. Programación de actividades de mantenimiento	0,14	0,00	0,00		0,35	0,05		0,70	0,10		1,00	0,14
		PP4. Documentos de mantenimiento	0,08	0,00	0,00		0,35	0,03		0,70	0,05		1,00	0,08
		PP5. Análisis de criticidad basado en riesgo	0,12	0,00	0,00		0,35	0,04		0,70	0,08		1,00	0,12
		PP6. Indicadores de mantenimiento	0,38	0,00	0,00		0,35	0,13		0,70	0,27		1,00	0,38
SUMA	0,00	0,00	SUMA	0,35	SUMA	0,70	SUMA	1,00						
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	0,057	MC1. Documentación y análisis de fallos consecuencias y efectos	1	0,00	0,00	0,00	0,35	0,35	2,01	0,70	0,70	4,02	1,00	1,00
SUMA	0,00	0,00	SUMA	0,35	SUMA	0,70	SUMA	1,00						
TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	0,251	TC1. Política de contratación	0,48	0,00	0,00	0,00	0,35	0,17	8,78	0,70	0,33	17,56	1,00	0,48
		TC2. Especificaciones técnicas	0,23	0,00	0,00		0,35	0,08		0,70	0,16		1,00	0,23
		TC3. Supervisión de los trabajos ejecutados	0,29	0,00	0,00		0,35	0,10		0,70	0,20		1,00	0,29
SUMA	0,00	0,00	SUMA	0,35	SUMA	0,70	SUMA	1,00						
MANEJO DE INVENTARIOS DE BODEGA PARA	0,169	MI1. Maestro de ítem	0,46	0,00	0,00	0,00	0,35	0,16	5,92	0,70	0,32	11,85	1,00	0,46
		MI2. Control de existencias	0,26	0,00	0,00		0,35	0,09		0,70	0,18		1,00	0,26
		MI3. Inventario valorado de ítems	0,28	0,00	0,00		0,35	0,10		0,70	0,20		1,00	0,28
SUMA	0,00	0,00	SUMA	0,35	SUMA	0,70	SUMA	1,00						
VALORES AL 100% DEL UMBRAL DEL DESEMPEÑO				0		35,00		70,00		100,00				

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

3.6 Evaluación de la gestión de mantenimiento a hospitales.

Para la evaluación de los hospitales se cuenta con el instrumento que se presenta en el Anexo F. Los resultados obtenidos que reflejará la evaluación serán comparados con el umbral de desempeño.

3.6.1 Evaluación del plan de mantenimiento

Para la evaluación del plan de mantenimiento preventivo, se toma la tabla 3-14. En una escala de 0 a 1, donde cero indica un nivel deficiente, 0.35 muestra un nivel poco satisfactorio, 0.7 es un nivel cuasi satisfactorio y uno muestra un nivel satisfactorio.

Tabla 3-14: Descripción del criterio de evaluación plan de mantenimiento

Criterio de evaluación:	PLAN DE MANTENIMIENTO		
Objetivo:	Planificar las actividades de mantenimiento necesarias para reducir la probabilidad de falla y la degeneración de los equipos e instalaciones.		
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales del plan de mantenimiento en el que consten las exigencias del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias del criterio	Puntuación	Valoración
Deficiente	No existe plan de mantenimiento preventivo	0	
Poco satisfactorio	Existe un plan de mantenimiento preventivo en el que constan las tareas, las frecuencias, las últimas y próximas fechas de ejecución.	0,35	x
Cuasi satisfactorio	Existe un plan de mantenimiento preventivo en el que constan los materiales, repuestos, herramientas, equipos requeridos para la ejecución de cada tarea.	0,7	x
Satisfactorio	Existe un plan de mantenimiento preventivo en el que constan las horas hombre, los tiempos de parada y procedimientos de ejecución de las tareas.	1	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de todas las exigencias.			

Autores: Ing. Sergio Villacrés e Ing. Mayra Viscaíno

La evaluación del plan de mantenimiento del Hospital General Riobamba refleja que el

plan de mantenimiento se encuentra en un nivel cuasi satisfactorio.

3.6.2 Evaluación al Hospital General Riobamba

Mediante el instrumento se realiza la evaluación y se comparan los valores obtenidos ver Anexo G, con los valores del umbral de desempeño como nos indica la tabla 3-15.

Tabla 3-15: Comparación del umbral con la evaluación del Hospital IESS Riobamba

TABLA DE COMPARACIÓN		
	VALORES DEL UMBRAL	VALORES OBTENIDOS
DEFICIENTE	0	0
POCO SATISFACTORIO	35	33
CUASI SATISFACTORIO	70	59
SATISFACTORIO	100	68

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

En la tabla de comparación se observa que existe una deficiencia en la gestión de mantenimiento ya que sus valores deben ser próximos o iguales a los valores del umbral que es lo ideal. Se lo puede apreciar mejor en el gráfico 3-2.

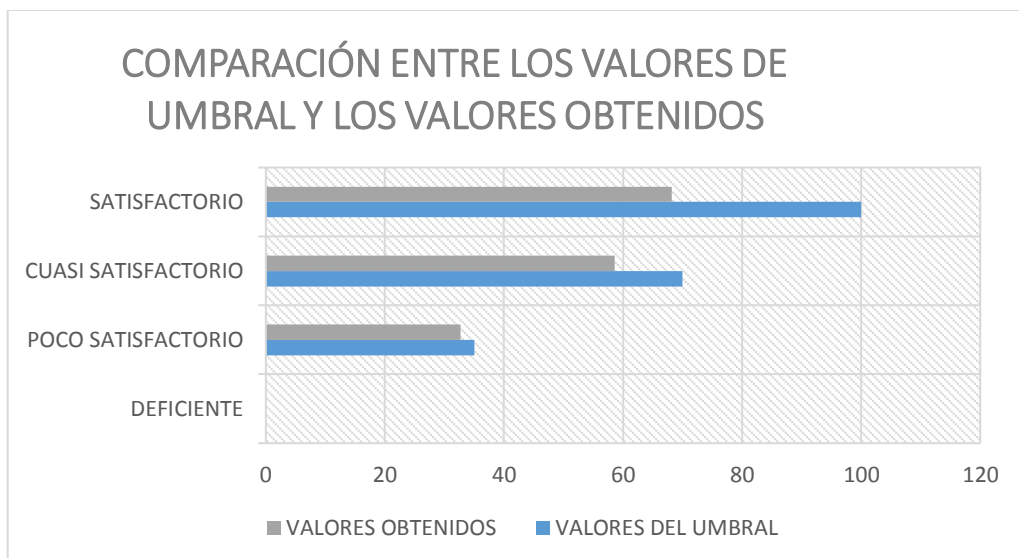


Gráfico 3-2: Comparación del umbral con la evaluación del Hospital IESS Riobamba

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

Se tabulan los valores obtenidos de la evaluación para comprar con el umbral de desempeño e identificar cuál de los criterios es bajo y sobre cuál es posible actuar, ver la tabla 3-16.

Tabla 3-16: Valores obtenidos de los pesos de los criterios.

	VALOR EXIGIDO	DEFICIENTE	POCO SATISFACTORIO	CUASI SATISFACTORIO	SATISFACTORIO	VALOR OBTENIDO
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	11,42%	0,00	4,00	6,27	8,95	9,38%
RECURSOS HUMANOS	17,80%	0,00	6,23	12,46	10,34	14,16%
CONTROL ECONÓMICO	10,42%	0,00	3,65	7,29	10,42	10,42%
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL	12,61%	0,00	2,10	3,17	1,26	3,19%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	5,74%	0,00	2,01	0,00	0,00	0,98%
TERCERIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	25,09%	0,00	8,78	17,56	25,09	25,09%
MANEJO DE INVENTARIOS DE BODEGAS PARA MANTENIMIENTO	16,93%	0,00	5,92	11,85	12,11	14,57%
TOTAL						77,78%

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

Los valores obtenidos se comparan con los valores del umbral, representado mediante un gráfico, ver gráfico 3-3.

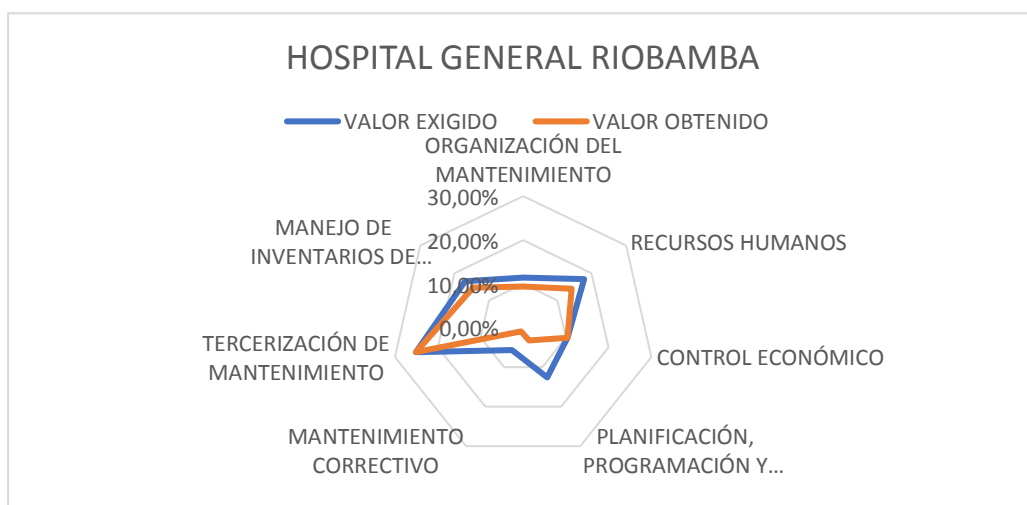


Gráfico 3-3: Comparación de los valores obtenidos con los valores del umbral

Fuente: Proyecto de vinculación DV-033

Los valores obtenidos más bajos que se reflejan en el gráfico 3-3 como se puede ver, son los criterios de mantenimiento correctivo y el criterio de la planificación, programación y control, por lo tanto se pretende actuar sobre el criterio de planificación, programación y control elaborando el plan de mantenimiento preventivo.

3.6.3 Evaluación al Hospital Carlos Andrade Marín

Mediante el instrumento se realiza la evaluación y se comparan los valores obtenidos ver Anexo H con los valores del umbral de desempeño como se indica en la tabla 3-17.

Tabla 3-17: Comparación del umbral con la evaluación del Hospital Andrade Marín

TABLA DE COMPARACIÓN		
	VALORES DEL UMBRAL	VALORES OBTENIDOS
DEFICIENTE	0	0
POCO SATISFACTORIO	35	31
CUASI SATISFACTORIO	70	52
SATISFACTORIO	100	60

Realizado por: José Quishpe, Riley Robalino

En la tabla de comparación se observa que existe una deficiencia en la gestión de mantenimiento ya que sus valores deben ser próximos o iguales a los valores del umbral que es lo ideal. Se lo puede apreciar mejor en el gráfico 3-4.

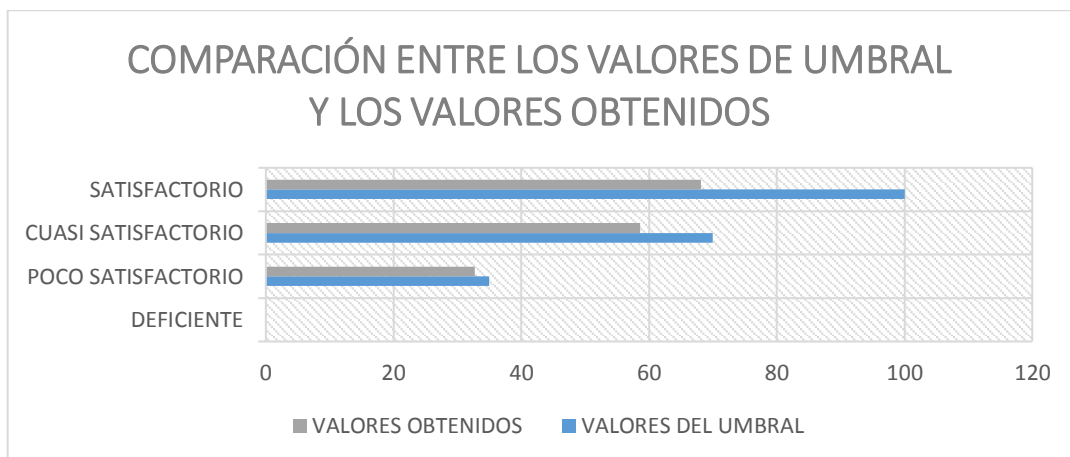


Gráfico 3-4: Comparación del umbral con la evaluación del Hospital Andrade Marín

Fuente: José Quishpe, Riley Robalino

Tabulamos los valores obtenidos de la evaluación para comprar con el umbral de desempeño e identificar cuál de los criterios es bajo y sobre cual podemos actuar, ver la tabla 3-18.

Tabla 3-18: Valores obtenidos de los pesos de los criterios.

	VALOR EXIGIDO	DEFICINTE	POCO SATISFACTORIO	CUASI SATISFACTORIO	SATISFACTORIO	VALOR OBTENIDO
ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	11,42%	0,00	4,00	6,27	8,95	9,38%
RECURSOS HUMANOS	17,80%	0,00	6,23	7,06	10,34	11,53%
CONTROL ECONÓMICO	10,42%	0,00	3,65	7,29	2,39	6,50%
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL	12,61%	0,00	0,78	1,56	1,26	1,76%
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	5,74%	0,00	2,01	4,02	0,00	2,94%
TERCERIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	25,09%	0,00	8,78	17,56	25,09	25,09%
MANEJO DE INVENTARIOS DE BODEGA PARA MANTENIMIENTO	16,93%	0,00	5,92	8,47	12,11	12,93%
TOTAL						70,12%

Fuente: José Quishpe, Riley Robalino

Los valores obtenidos se comparan con los valores del umbral y se representan mediante un gráfico, ver gráfico 3-5.

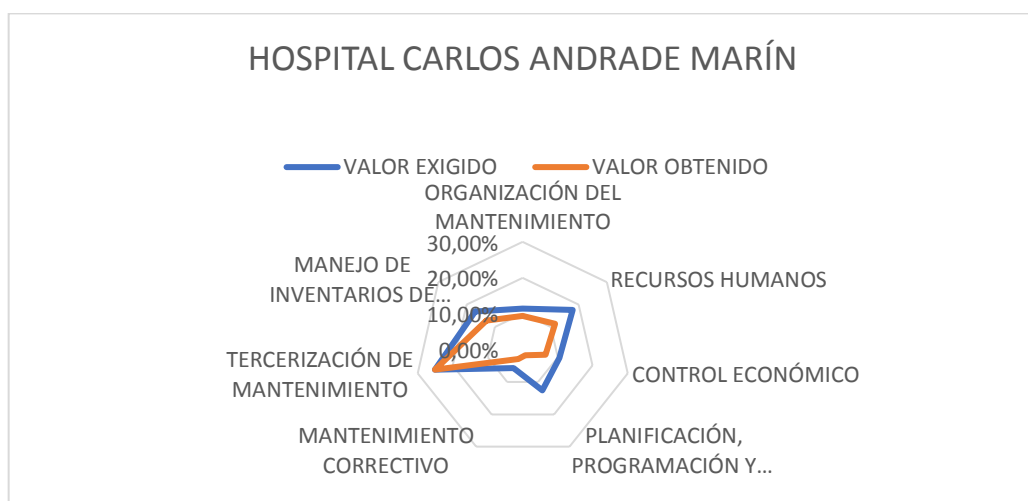


Gráfico 3-5: Comparación de los valores obtenidos con los valores del umbral

Fuente: José Quishpe, Riley Robalino

Haciendo la comparación de la evaluación entre los dos hospitales se obtuvo que la evaluación de la gestión del mantenimiento en el hospital Carlos Andrade Marín obtuvo un valor de 70,12% y el Hospital General Riobamba obtuvo una valoración de 77,78% ya que nuestro trabajo de titulación se está desarrollando en el Hospital General Riobamba no podemos tomar, como modelo a seguir la gestión del mantenimiento, lo que se esperaba era que la gestión sea mejor y poder implementar lo mejor en el Hospital General Riobamba.

CAPÍTULO IV

4. PLAN DE MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE.

4.1 Desarrollo de plan de mantenimiento.

4.1.1 *Inventario de equipos médicos y codificación.*

Se especifica 4 niveles para la realización del inventario de equipos médicos, para identificar a los equipos.

4.1.2 *Localizaciones – Primer nivel*

Se ingresa el mayor nivel, que hace referencia a las instalaciones en general del Hospital IESS Riobamba.

Tabla 4-1: Primer nivel – Localización

Código de localización - primer nivel	Descripción - primer nivel
UM800	Unidad Médica Hospital IESS Riobamba

Fuente: Quishpe José. Robalino Riley

Descripción de la tabla 4-1 de primer nivel - localización:

- En la primera columna se tiene el código de localización del Hospital IESS Riobamba, que se compone de dos letras mayúsculas y 3 números.

Tabla 4-2: Descripción del código de localización del hospital

Categoría	Descripción
U	Unidad
M	Médica
800	Hospital IESS Riobamba

Fuente: Quishpe José. Robalino Riley

- En la segunda columna se tiene el significado del código de localización del hospital.

4.1.3 *Especialidades*

En el segundo nivel se consigue añadir las áreas pertenecientes al Hospital, con la codificación establecida para cada área.

Tabla 4-3: Segundo nivel – especialidades del hospital

Especialización - segundo nivel	Descripción especialización - segundo nivel
GIN	Ginecología
OTO	Otorrinolaringología
PAT	Patología
REH	Rehabilitación
UCI	Unidad de cuidados intensivos

Fuente: Quishpe José. Robalino Riley

Descripción de la tabla 4-3 de segundo nivel – especialidades del hospital:

- En la primera columna se tiene las siglas de especialización de cada área médica compuestas de tres letras mayúsculas.
- En la segunda columna se tiene el significado de las siglas de especialización.

4.1.4 *Sistemas*

En el tercer nivel se describe al equipo médico en forma de un sistema.

Tabla 4-4: Tercer nivel – Sistemas del hospital

Localización, primer nivel	Especialidad, segundo nivel	Código, tercer nivel	Descripción del sistema – tercer nivel
UM800	GIN	GIN-900	Cama Ginecológica LISAR
UM800	GIN	GIN-013	Desfibrilador WELCH ALLYN
UM800	GIN	GIN-913	Ecógrafo KRETZTECHNIG AG
UM800	GIN	GIN-002	Bomba de succión SMAF
UM800	GIN	GIN-019	Laringoscopio WELCH ALLYN
UM800	OTO	OTO-007	Torre de nasolaringoscopia RICHARD WOLF
UM800	OTO	OTO-005	Monitor de video NEOVO
UM800	OTO	OTO-009	Frontoluz WELCH ALLYN

Continuación tabla 4-4

UM800	OTO	OTO-004	Lámpara de examen CASTLE
UM800	OTO	OTO-902	Negatoscopio
UM800	PAT	PAT-019	Coloreador automático LEICA
UM800	PAT	PAT-006	Dispensador de parafina LEICA
UM800	PAT	PAT-008	Microcentrífuga MEMMERT
UM800	PAT	PAT-013	Micrótomo SLEE MEDICAL
UM800	PAT	PAT-014	Placa Fría LEICA
UM800	REH	REH-002	Calentador de compresas CHATTANOOGA
UM800	REH	REH-012	Tina de Hidromasaje WHITEHALL
UM800	REH	REH-910	Electro estimulador BTL
UM800	REH	REH-004	Parafinero CONSTANT TEMP
UM800	REH	REH-020	Ultrasonido PHYSIOMED
UM800	UCI	UCI-923	Medidor de presión arterial WELCH ALLYN
UM800	UCI	UCI-032	Set de diagnóstico WELCH ALLYN
UM800	UCI	UCI-037	Succión intermitente de vacío OHMEDA
UM800	UCI	UCI-930	Regulador de oxígeno AGA
UM800	UCI	UCI-931	Succionador portátil STIRN

Fuente: Quishpe José. Robalino Riley

Los demás sistemas del hospital de la tabla 4-4 de tercer nivel, se encuentran especificados en el Anexo I.

Descripción de la tabla 4-4 de tercer nivel – sistemas del hospital:

- En la primera columna se tiene el código del hospital IESS Riobamba detallado en la tabla 4-1.
- En la segunda columna se tiene las siglas de las áreas médicas compuesto por 3 letra mayúsculas.

- En la tercera columna se tiene el código de localización del equipo médico compuesto de 3 letras y 3 números detallado en la tabla 4-5.

Tabla 4-5: Descripción del código de tercer nivel

Categoría	Descripción
GIN	Siglas del área de Ginecología
900	Numeración de identificación del equipo (Cama Ginecológica Lisar) expuesta por el hospital

Fuente: Quishpe José. Robalino Riley

- En la cuarta columna se tiene la descripción del sistema de tercer nivel.

4.1.5 Equipos

En el cuarto nivel se especifica la familia, el tipo y número de equipo.

Tabla 4-6: Cuarto nivel – Equipos

Localización – Primer Nivel	Especialidad – Segundo Nivel	Código - Tercer Nivel	Familia de equipo – Cuarto Nivel	Tipo de equipo – Cuarto Nivel	Número de equipo – Cuarto Nivel	Descripción del equipo – Cuarto Nivel
UM800	GIN	GIN-013	H	DS	01	Desfibrilador WELCH ALLYN
UM800	GIN	GIN-913	H	EO	01	Ecógrafo KRETZTECHNIG AG
UM800	GIN	GIN-002	H	BS	01	Bomba de succión SMAF
UM800	OTO	OTO-007	H	TN	01	Torre de nasolaringoscopia RICHARD WOLF
UM800	OTO	OTO-005	H	MV	01	Monitor de video NEOVO

Continuación tabla 4-6

UM800	OTO	OTO-009	H	FZ	01	Frontoluz WELCH ALLYN
UM800	PAT	PAT-019	H	CT	01	Coloreador automático Leica
UM800	PAT	PAT-006	H	DN	01	Dispensador de parafina LEICA
UM800	PAT	PAT-008	H	IL	01	Microcentrífuga MEMMERT
UM800	REH	REH-002	H	CS	01	Calentador de compresas CHATTANOOGA
UM800	REH	REH-012	H	TH	01	Tina de Hidromasaje WHITEHALL
UM800	REH	REH-910	H	EM	01	Electroestimulador BTL
UM800	UCI	UCI-923	H	MP	01	Medidor de presión arterial WELCH ALLYN
UM800	UCI	UCI-032	H	SD	01	Set de diagnóstico WELCH ALLYN
UM800	UCI	UCI-037	H	ST	01	Succión de vacío OHMEDA

Fuente: Quishpe José. Robalino Riley

El resto de la tabla 4 6 de cuarto nivel – equipos, se encuentra en el Anexo J.

Descripción de la tabla 4-6 de cuarto nivel – equipos:

- En la primera columna se tiene el código del hospital IESS Riobamba detallado en la tabla 4-1.
- En la segunda columna se tiene las siglas de las áreas médicas compuesto por 3 letra mayúsculas.
- En la tercera columna se tiene el código de localización del equipo médico compuesto de 3 letras y 3 números.
- En la cuarta columna se tiene la familia a la que el equipo pertenece, en donde la letra H mayúscula es de la familia de hospitalario.
- En la quinta columna se detalla con dos letras mayúsculas, las siglas con la que se reconoce el tipo de equipo.

- En la sexta columna se tiene el número de equipo constante de 01, debido a que todos los equipos similares pertenecen a un solo tipo de equipo y se diferencian unos de otros por sus códigos como se observa en la tabla 4-7.

Tabla 4-7: Ejemplo de diferenciación en equipos similares

Código	Nombre del equipo
UM800-UCI-UCI-024-HMO02	MONITOR MULTIPARÁMETROS MINDRAY
UM800-UCI-UCI-025-HMO03	MONITOR MULTIPARÁMETROS MINDRAY
UM800-UCI-UCI-026-HMO04	MONITOR MULTIPARÁMETROS MINDRAY
UM800-UCI-UCI-027-HMO05	MONITOR MULTIPARÁMETROS MINDRAY
UM800-UCI-UCI-028-HMO06	MONITOR MULTIPARÁMETROS MINDRAY

Fuente: Quishpe José. Robalino Riley

4.2 Fichas técnicas

Las fichas técnicas recopilan toda la información del equipo para su identificación adjuntando una foto del activo con su respectiva placa.

Tabla 4-8: Ficha técnica

  FICHA TÉCNICA DE EQUIPO	
NOMBRE DEL ACTIVO:	VENTILADOR MECÁNICO INVASIVO
MARCA DEL ACTIVO:	DRAGER
MODELO DEL ACTIVO:	SAVINA
NÚMERO DE SERIE:	ASBK-0289
PRINCIPALES COMPONENTES DEL ACTIVO: PANEL DE PROGRAMACIÓN, CIRCUITO DEL PACIENTE (rama inspiratoria y espiratoria), SISTEMA DE HUMIFICACIÓN ACTIVA.	
	

Continuación de la tabla 4-8.

RESPONSABLE DE REPORTAR DAÑOS EN EL ACTIVO:	LIC. GLADIS ORTEGA
PERSONA A LA QUE SE LE REPORTA LOS DAÑOS:	ING. DIEGO QUITO
UBICACIÓN DEL ACTIVO:	
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS	

Fuente: Quishpe José, Robalino Riley

El resto de fichas técnicas se encuentra en el Anexo K.

4.2.1 *Análisis de criticidad*

Se elige la criticidad del equipo mediante la tabla 2-12, en donde se evalúa los factores de seguridad y ambiente, salud, calidad y mantenimiento; para saber si el equipo es crítico, importante o prescindible como se observa en la tabla 4-9.

Tabla 4-9: Ejemplo de selección de la criticidad del equipo.

NOMBRE DEL EQUIPO	CRITICIDAD	JUSTIFICACIÓN
Desfibrilador WELCH ALLYN	Importante	El equipo necesita revisiones periódicas sean semestrales - anuales, sin pérdida de vida, afecta la calidad de la salud del paciente pero es recuperable y tiene un costo medio por su mantenimiento.
Monitor de video NEOVO		
Succión intermitente de vacío OHMEDA		
Lámpara de examen CASTLE	Prescindible	El equipo tiene poca influencia en seguridad, no afecta a la calidad de servicio y su coste de Mantenimiento es bajo.
Negatoscopio		

Fuente: Quishpe José; Robalino Riley

El resto de la tabla 4-9 del análisis de criticidad se encuentra en el Anexo L.

4.2.2 *Modelo de Mantenimiento*

Se selecciona el modelo de mantenimiento utilizando el gráfico 2-4 mediante los siguientes pasos:

PASO1. Con la criticidad antes determinada que es de tipo B (importante), nos ubicamos en el diagrama del gráfico 2-4 y tomamos una decisión con respecto al valor de parada, en donde si el valor de parada es alto se eligen los modelos programados o por lo contrario se tiene otra toma de decisión con respecto a costos de reparación, en donde si es alto el costo de reparación se eligen modelos programados o por lo contrario es un modelo básico.

PASO 2. Si al momento de tomar la decisión con respecto al valor de parada o costo de reparación nos dio los modelos programados, debemos elegir el modelo de mantenimiento según sea la disponibilidad del equipo. Si la disponibilidad del equipo es baja se tiene el modelo condicional, si la disponibilidad del equipo es media se tiene un modelo sistemático y si la disponibilidad es alta se tiene un modelo de alta disponibilidad.

Tabla 4-10: Selección de Modelo de mantenimiento.

Código	Descripción	Criticidad	Modelo de Mantenimiento
UM800-UCI-UCI-014-HDS01	Desfibrilador WELCH ALLYN	B	Condicional
UM800-OTO-OTO-005-HMV01	Monitor de video NEOVO	B	Sistemático
UM800-UCI-UCI-037-HST01	Succión intermitente de vacío OHMEDA	B	Sistemático
UM800-OTO-OTO-004-HLC01	Lámpara de examen CASTLE	C	Básico
UM800-UCI-UCI-926-HNG01	Negatoscopio	C	Básico

Fuente: Quishpe José. Robalino Riley

El resto de la tabla 4-10 de modelo de mantenimiento se encuentra en el Anexo M.

4.2.3 Tareas de Mantenimiento.

Las tareas de mantenimiento se desarrollan según el tipo de modelo de mantenimiento obtenido del diagrama de decisión (diagrama de análisis de criticidad) gráfico 2-4, teniendo en cuenta que cada modelo de mantenimiento tiene sus propias tareas como lo podemos observar en la tabla 2-14. Pasos para la elaboración de las tareas:

PASO 1. Se elige la categoría correspondiente a cada tarea mediante la tabla 4-11.

Tabla 4-11: Tipos de tareas de Mantenimiento

CATEGORÍA	TIPO DE TAREA
A	Lubricación /Filtros
B	Inspecciones preventivas
C	Inspecciones predictivas
D	Trabajos preventivos
E	Reemplazos
F	Reparaciones

Fuente: Quishpe José. Robalino Riley

PASO 2. Se asignan las tareas de mantenimiento según el modelo de mantenimiento que tenga cada equipo médico.

Tabla 4-12: Asignación de tareas.

DESFIBRILADOR	
UM800-UCI-UCI-014-HDS01	
CÓDIGO DE LA TAREA	LISTA DE TAREAS
T:B001	Prueba inicial de funcionamiento (carga y descarga)
T:B002	Inspección del estado de las baterías, cable de poder, placa de electrónica de suministro principal, paletas, botones de carga, descarga del monitor y paletas, cable y acople de la perilla
T:B003	Prueba de funcionamiento final (Con simulador de ECG y batería de respaldo)
T:C001	Verificación de parámetros eléctricos (condensador de carga y resistencia de descarga, Voltaje, potencia, corriente a tierra y carcasa, corriente de fuga de electrodos, resistencia de aislamiento y parámetros eléctricos recomendados por el fabricante.
T:D001	Calibración del equipo (Alarmas, tiempo de carga y descarga)
T:D002	Limpieza interna y externa (botoneras del monitor y paletas, carcasa, puertos de conexión, contactos del circuito interno del equipo, cabezal y sensor de temperatura de la impresora)

Fuente: Quishpe José; Robalino Riley

4.2.4 Frecuencias de Mantenimiento

La frecuencia de mantenimiento está basada en el cálculo de la Organización Mundial de la Salud.

En la tabla 4-14 se observa el cálculo de la frecuencia de mantenimiento de los equipos médicos del área de Unidad de Cuidados Intensivos.

PASO 3. Se programan las tareas de mantenimiento como se observa en la tabla 4-13. Una vez que se asignan las tareas y las frecuencias de las tareas de mantenimiento, realizamos la matriz de mantenimiento ya sea por tareas o por rutinas.

4.2.5 Ruta

Listado de equipos en donde se van a realizar las tareas.

Tabla 4-13: Ruta de 16 semanas

RUTA	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	RUTA DE 16 SEMANAS DE UCI
EQUIPOS ASIGNADOS A RUTA	
CÓDIGO	EQUIPO
UM800-UCI-UCI-900-HBI01	BOMBA DE INFUSIÓN
UM800-UCI-UCI-925-HMO01	MONITOR MULTIPARÁMETROS
UM800-UCI-UCI-032-HSD01	SET DE DIAGNÓSTICO
UM800-UCI-UCI-932-HVT01	VENTILADOR DE TRANSPORTE
UM800-UCI-UCI-933-HVT01	VENTILADOR PORTÁTIL
UM800-UCI-UCI-043-HVT01	VENTILADOR PULMONAR

Fuente: Quishpe José; Robalino Riley

Se realiza la ruta según la localización de los equipos médicos para tener alta disponibilidad de equipos y excelente administración de recursos.

4.2.6 Rutina

Conjunto de tareas de mantenimiento que requieren ser programadas y ejecutadas en conjunto y con una misma frecuencia.

Se puede observar en la tabla 4-15 una rutina de 16 semanas de los equipos médicos de la especialidad de Unidad de Cuidados Intensivos del hospital.

Tabla 4-14: Frecuencia de mantenimiento para los equipos de UCI

GERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS MÉDICOS DEL HGA 2018										
REALIZADO POR:										
FECHA:										
N°	ÁREA	Nombre del activo:	Función del equipo:	Riesgo físico	Requisitos de mantenimiento:	Antecedentes de problemas del	GE	Factor de evaluación clínica	Índice de frecuencia de	FRECUENCIA DE MTTO
37	UCI	BALANZA MECANICA	7	1	1	1	10	4	13	12 MESES
38		BOMBA DE INFUSION	10	5	5	2	22	8	28	4meses
39		CAMA ELÉCTRICA	9	5	5	2	21	8	27	6meses
40		BOMBA DE COLCHÓN ANTIESCARAS	9	3	3	1	16	6	21	12 MESES
41		DESFIBRILADOR	8	4	4	1	17	6	22	12 MESES
42		ELECTROCARDIOGRAFO	8	4	4	1	17	6	22	12 MESES
43		ENDOSCOPIO	8	4	4	1	17	6	22	12 MESES
44		FLUJOMETRO	6	3	2	1	12	4	15	12 MESES
45		MONITOR MULTIPARAMETROS	10	5	5	2	22	8	28	4meses
46		NEGATOSCOPIO	7	3	2	1	13	5	17	12 MESES
47		REFRIGERADOR	7	3	2	1	13	5	17	12 MESES
48		OXIMETRO DE PULSO	9	3	2	1	15	5	19	12 MESES
49		REGULADOR DE OXIGENO	9	4	2	1	16	6	21	12 MESES
50		SET DE DIAGNOSTICO	10	5	5	2	22	8	28	4meses
51		SISTEMA DE VENTILACION AUXILIAR	9	5	5	2	21	8	27	6meses
52		SUCCION INTERMITENTE DE VACIO	9	5	5	2	21	8	27	6meses
53		SUCCIONADOR PORTATIL	9	5	5	2	21	8	27	6meses
54		VENTILADOR DE TRANSPORTE	10	5	5	2	22	8	28	4meses
55		VENTILADOR PORTATIL	10	5	5	2	22	8	28	4meses
56		VENTILADOR PULMONAR	10	5	5	2	22	8	28	4meses
57	VENTILADOR MECÁNICO INVASIVO	10	5	5	2	22	8	28	4meses	

Fuente: Quishpe José; Robalino Riley

El resto de la tabla 4-14 de las frecuencias de mantenimiento para los equipos médicos se encuentra en el Anexo N

Tabla 4-15: Rutina

RUTINA DE 16 SEMANAS DE LOS EQUIPOS DE UCI	
Código	Tareas
T:A001	Lubricación de ruedas y cooler
T:B001	Prueba inicial de funcionamiento del ventilador
T:B002	Autotest primario y secundario
T:B003	Pruebas de fugas del equipo
T:B004	Verificar el correcto montaje de la válvula espiratoria
T:B005	Prueba final de funcionamiento del ventilador
T:B006	Inspección visual de partes y componentes (filtros, baterías, componentes eléctricos y electrónicos, válvula de exhalación, válvula de anti retorno)
T:C002	Inspección de parámetros eléctricos de la batería
T:D001	Limpieza general de partes y componentes (válvulas de ingreso, sistema neumático, carcasa, compresor interno, ruedas y frenos)
T:D002	Limpieza y desinfección de válvula espiratoria, válvula anti retorno, circuito del paciente
T:D003	Ajuste de terminales del compresor interno
T:B001	Pruebas de fugas del equipo
T:B002	Inspección del estado de partes y componentes (otoscopio, oftalmoscopio, rinoscopio)
T:B004	Verificación el estado de las baterías, el estado de las bombillas
T:D003	Verificación el estado de las baterías, el estado de las bombillas

Realizado por: Quishpe José; Robalino Riley

Descripción de la tabla 4-15:

La tabla 4-15 muestra la rutina de 16 semanas, conformada por un conjunto de tareas que sirven para el mantenimiento de los equipos médicos que tengan una misma frecuencia.

4.2.7 Plan de mantenimiento.

Es la unión de la ruta y la rutina, para agrupar en una sola familia a los equipos médicos que tengan una misma frecuencia de mantenimiento o que se encuentren en una misma especialidad como se observa en la tabla 4-16 y la tabla 4-17. Las rutas y rutinas de los equipos médicos se pueden observar en el Anexo O y Anexo P.

4.3 Implementación del software

4.3.1 Ingreso al software

Hay que dirigirse a la dirección de la siguiente página web URL <http://cloud.sismac.net/>, para ingresar debe colocar un usuario y contraseña que sea entregado por el gerente del Hospital, como se observa en la figura 4-1.

Tabla 4-16: Plan de Mantenimiento por tareas.

PLAN DE MANTENIMIENTO															
CRONOGRAMA POR TAREAS															
CÓDIGO DEL EQUIPO	SUB-RUTA	CÓDIGO DE LA TAREA	LISTA DE TAREAS	FRECUENCIA (semanas)	FECHA DE ÚLTIMA EJECUCIÓN	2018					2019				
						MAYO					MAYO				
						6	7	8	9	10	7	8	9	10	11
UM800-UCI-UCI-014-HDS01	SUB-RUTA DE 48 SEMANAS DEL DESFIBRILADOR	T:B001	Prueba inicial de funcionamiento (carga y descarga)	48	08/06/2017					X					X
		T:B002	Inspección del estado de las baterías, cable de poder, placa de electrónica de suministro principal, paletas, botones de carga, descarga del monitor y paletas, cable y acople de la perilla en el monit							X					X
		T:B003	Prueba de funcionamiento final (Con simulador de ECG y batería de respaldo)							X					X
		T:C001	Verificación de parámetros eléctricos (condensador de carga y resistencia de descarga, Voltaje, potencia, corriente a tierra y carcasa, corriente de fuga de electrodos, resistencia de aislamiento)							X					X
		T:D001	Calibración del equipo (Alarmas, tiempo de carga y descarga)							X					X
		T:D002	Limpieza interna y externa (botoneras del monitor y paletas, carcasa, puertos de conexión, contactos del circuito interno del equipo, cabezal y sensor de temperatura de la impresora)							X					
ELABORADO POR:			REVISADO POR:		APROBADO POR:										
Cargo:			Cargo:		Cargo:										
Fecha:			Fecha:		Fecha:										
Firma:			Firma:		Firma:										

Fuente: Quishpe José; Robalino Riley

Tabla 4-17: Plan de Mantenimiento por rutinas.

CRONOGRAMA POR RUTINAS									
1	RUTINA DE 16 SEMANAS DE EQUIPOS MÉDICOS								
TAREAS DE 16 SEMANAS									
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA								
T:A001	Lubricación de ruedas y cooler								
T:B001	Prueba inicial de funcionamiento del ventilador								
T:B002	Autotest primario y secundario								
T:B003	Pruebas de fugas del equipo								
T:B004	Verificar el correcto montaje de la válvula expiratoria								
T:B005	Prueba final de funcionamiento del ventilador								
T:B006	Inspección visual de partes y componentes (filtros, portafiltros, baterías, componentes eléctricos y electrónicos, válvula de exhalación y antiretorno)								
T:C002	Inspección de parámetros eléctricos de la batería								
T:D001	Limpieza general de partes y componentes (válvulas de ingreso, sistema neumático, carcasa, compresor interno, ruedas y frenos)								
T:D002	Limpieza y desinfección de válvula expiratoria, válvula antiretorno, circuito del paciente								
T:D003	Ajuste de terminales del compresor interno								
T:B001	Pruebas de fugas del equipo								
T:B002	Inspección del estado de partes y componentes (otoscopio, oftalmoscopio, rinoscopio)								
T:B004	Verificación el estado de las baterías, el estado de las bombillas								
T:D001	Limpieza interna y externa del equipo								
T:D003	Verificación el estado de las baterías, el estado de las bombillas								
PROGRAMACIÓN CÍCLICA EN SUB-RUTA									
# Sr	SUB-RUTA	FRECUENCIA (semanas)	FECHA DE ÚLTIMA EJECUCIÓN	2018		2019			
				DICIEMBRE	25	ABRIL		AGOSTO	
				24		15	16	5	6
1	SUB-RUTA DE GINECOLOGÍA	16	03/09/2018	X		X		X	
	SUB-RUTA DE OTORRINOLRINGOLOGÍA								
	SUB-RUTA DE PATOLOGÍA								
	SUB-RUTA DE REHABILITACIÓN								
	SUB-RUTA DE UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS								
ELABORADO POR:		APROBADO POR:							
Cargo:		Cargo:							
Fecha		Fecha:							
Firma:		Firma:							

Realizado por: Quishpe José; Robalino Riley

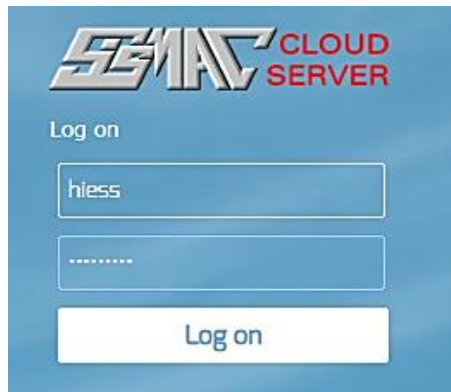


Figura 4-1: Ingreso de usuario y contraseña al software

Fuente: sismac.net

4.3.2 Inicio de sesión

Al ingresar al software, el programa requiere de un usuario y una contraseña personal para los responsables de las áreas médicas como del departamento de mantenimiento.



Figura 4-2: Ingreso al usuario personal

Fuente: sismac.net

4.3.3 Menú principal

En la opción de vista global se tiene los diferentes módulos como: infraestructura, fichas técnica, lista básica de repuestos, mantenimiento, inventarios, compras, activos, personal, multimedia, biblioteca, informes, como se observa en la figura 4-3.

4.3.4 Estructura

Para nuestro trabajo se utiliza cuatro niveles localización, especialidad, sistema y equipo, esto va a ayudar a diferenciar y a organizar los activos.



Figura 4-3: Módulos principales SisMAC

Fuente: sismac.net





NIVEL	SIMBOLOGÍA	NOMBRE
Primer nivel		Localización
Segundo nivel		Especialidad
Tercer nivel		Sistema
Cuarto nivel		Equipos

Figura 4-4. Estructura de codificación

Fuente: sismac.net

4.3.5 Ingreso del inventario técnico

La información recolectada del inventario de los equipos médicos se ordena en una plantilla de Excel que se encuentra en la plataforma del software que puede ser descargada para luego ser llenada, una vez realizado este proceso se puede reaizar la migración, con el software Total Commander vinculado con el software SisMAC se migra el documento del inventario como se observa en la figura 4-5.

Al realizar el proceso de migración ahorramos tiempo ya que automáticamente en la base de datos encontramos ingresada la información migrada del documento, con el objetivo de no subir dato por dato de cada equipo médico, ya que al existir una gran cantidad de equipos ingresar el inventario equipo por equipo el trabajo se hace muy extenso.

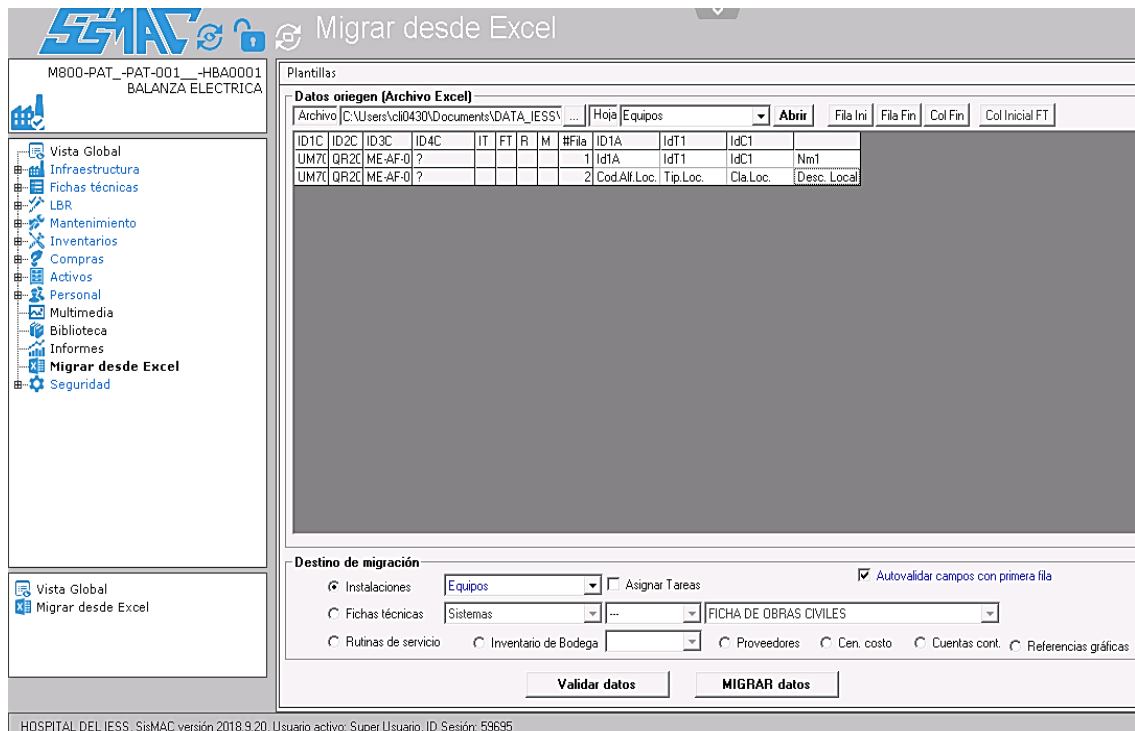


Figura 4-5: Migrar desde excel

Fuente: sismac.net

4.3.6 Ingreso de fichas técnicas

El módulo de ficha técnica muestra los datos y especificaciones de los equipos médicos. Las fichas técnicas se ingresan al software de dos formas.

- Se puede llenar los datos y especificaciones de los equipos médicos.
- Mediante el proceso de migrar una plantilla desde el Excel que contenga los datos de los equipos médicos.

En la figura 4-6 se muestra un ejemplo del ingreso de una ficha técnica.

4.3.7 Tareas de mantenimiento Agregadas

Para agregar las tareas de mantenimiento a los equipos médicos, se debe especificar qué tipo de tarea es, para elegir las según el tipo de tareas generales que contiene el software como se observa en la figura 4-7.

Una vez elegido el tipo de tarea según el software, se crean las tareas para el equipo médico como se observa en la figura 4-8.

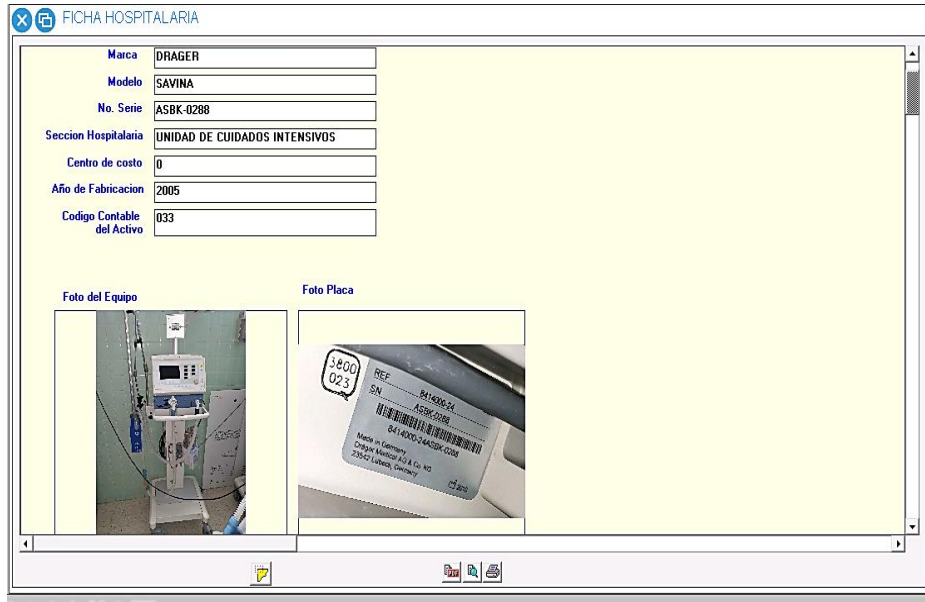


Figura 4-6: Ingreso de fichas técnicas.

Fuente: sismac.net

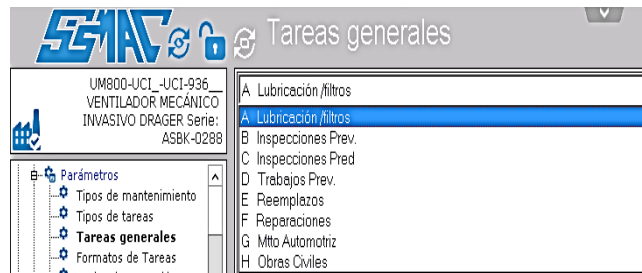


Figura 4-7: Tareas de mantenimiento agregadas.

Fuente: sismac.net

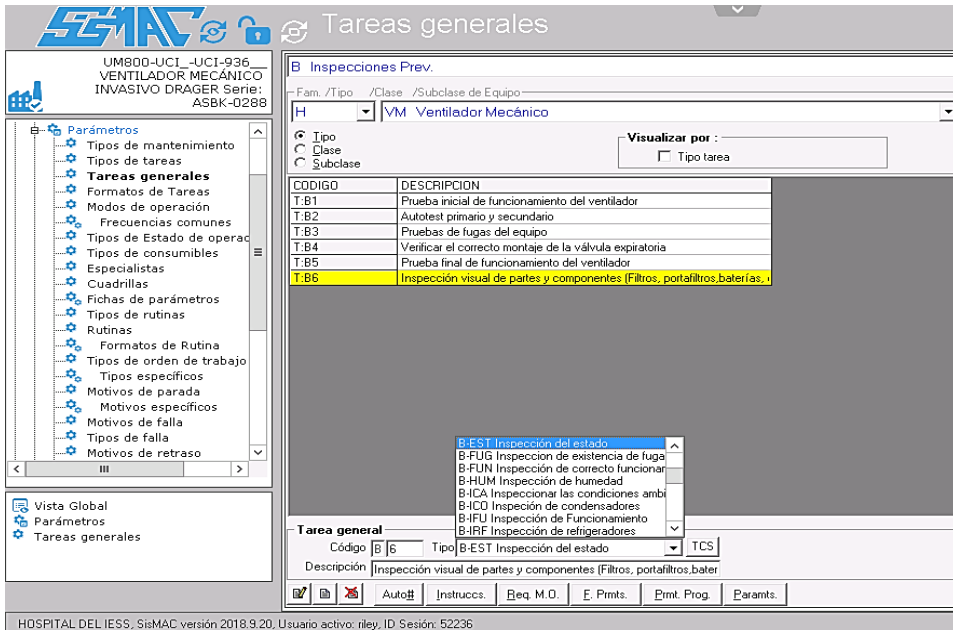


Figura 4-8: Creación de tareas

Fuente: sismac.net

Después de crear y asignar las tareas de mantenimiento al equipo médico, en la pantalla principal del software se verifican las tareas correspondientes al equipo como se puede observar en la figura 4-9.

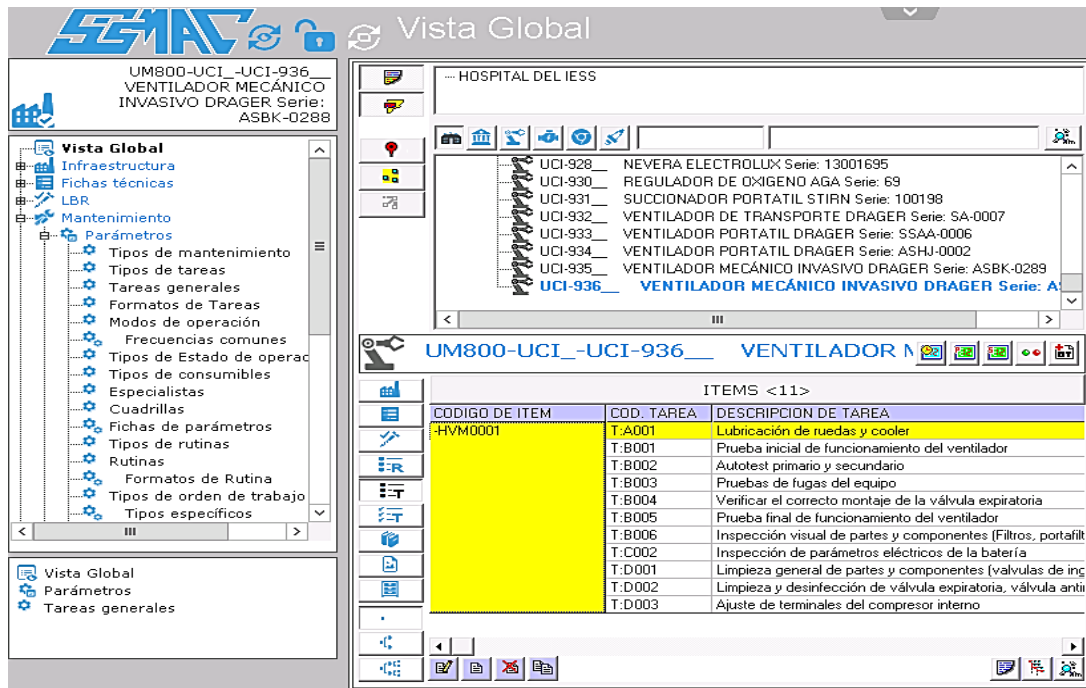


Figura 4-9: Tareas de mantenimiento creadas

Fuente: sismac.net

4.3.8 Solicitud de trabajo

Los responsables de las áreas médicas emiten las solicitudes de trabajo al departamento de mantenimiento, para obtener una solución inmediata a los problemas que presenten los equipos. El proceso para llenar la solicitud de trabajo de la figura 4-10, consta de los siguientes pasos:

PASO 1. Se describe el problema por el cual se está realizando la solicitud.

PASO 2. Se elige quien emite la solicitud.

PASO 3. Se elige quien ejecuta la solicitud.

PASO 4. Se elige el motivo de la solicitud, por lo general es una FALLA.

PASO 5. Información adicional para llegar a la ubicación del equipo y la falla.

PASO 6. Se elige la prioridad de la falla ya sea normal, importante o urgente.

PASO 7. Se elige el responsable de emitir la solicitud.

PASO 8. Se elige el destino del equipo que contiene la falla.

PASO 9. Se envía la solicitud.

 IESS INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURO SOCIAL					
SOLICITUD DE TRABAJO					
Descripción de la solicitud: Rotura de las ruedas de la cama eléctrica INCAREMED 3234917					
Datos básicos					
Emita: UM800HO(HOSPITAL RIOBAMBA)/GIN(GINECOLOGÍA)					
Solicita:	UM800HO	GIN	Ejecuta:	UM800MTO	MTO
Motivo: Falla					
Descripción adicional: Habitación 11					
Emitido por:	UM800HO/MACHADO G		Destino:	UM800-GIN_-GIN-004_	
Fecha:	11/12/2018 00:06		Prioridad		
				Baja	
				Regular	
				Importante	
GENERAR OT					

Figura 4-10: Ingreso solicitud de trabajo

Fuente: Quishpe José. Robalino Riley

Una vez que se envía la Solicitud de Trabajo, el ingeniero responsable de mantenimiento realiza el proceso de recibido como lo se observa en la figura 4-11.

Completado el proceso de recibida la Solicitud de Trabajo el ingeniero de mantenimiento genera la Orden de Trabajo

4.3.9 Orden de trabajo

El responsable de mantenimiento genera la Orden de Trabajo con el desarrollo de los pasos siguientes, como se puede observar en la figura 4-12.

PASO 1. En la descripción del trabajo a ejecutar se detalla la solución al problema.

PASO 2. En Programación se elige la fecha en la que se va a generar el mantenimiento.

PASO 3. En Estado se realiza el proceso de aprobado.

PASO 4. Se acepta la orden.

Descripción S.T. [Trabajo solicitado]
S.T. **91**



rotura de las ruedas de la cama electrica INCAREMED 3234917

Datos básicos | Datos adicionales | Estado | Referencias de ejecución

Emitida
 Anulada
 En ejecución
 Cerrada

Ejecución/Cierre/Anulación de ST




Por: [Redacted]

Fecha: 11/12/2018  

Observaciones :

Movimientos [Envía / Recibe]

Dp.Envía	Sc.Envía	Fecha En.	Dp.Destino	Sc.Destino	Rec.	Fecha Rc.	Ob
UM800HD	GIN	11/12/2018	UM800MTO	MTTO	V	11/12/2018	

Generar O.T.















 Pl. SM
 Pl. Im

Figura 4-11: Consulta de solicitudes de trabajo

Fuente: sismac.net

HOSPITAL IESS RIOBAMBA		N°		132
ORDEN DE TRABAJO				
C. COSTO		FECHA PROGR	FECHA INICIO	FECHA FIN
		11/12/2018	11/12/2018	12/11/2018
UBICACIÓN: UM800-GIN_-GIN-004_Cama eléctrica INCAREMED serie 3234917		PROGRAMADA <input type="checkbox"/>	DIRECTA <input type="checkbox"/>	
SOLICITA: UM800MTO/MT	EJECUTA: UM800MTO/MT		PRVDR.	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO: Rotura de las ruedas de la cama eléctrica INCAREMED serie 3234917				
DATOS ADICIONALES: Habitación 11				
TAREAS:				
(-)UM800-GIN-GIN-901-HCA01_.T:A001 Lubricación del sujetador de las barandillas y del freno				
(-)UM800-GIN-GIN-901-HCA01_.T:B001 Prueba inicial de funcionamiento				
(-)UM800-GIN-GIN-901-HCA01_.T:B002 Inspección visual del estado de los sujetadores de la barandilla, conexiones del módulo, cableado(cable de alimentación y conexiones), ruedas				
(-)UM800-GIN-GIN-901-HCA01_.T:B003 Verificar el correcto contacto entre el módulo y sus accesorios				
(-)UM800-GIN-GIN-901-HCA01_.T:B004 Verificar el correcto contacto entre el modulo y sus accesorios, el funcionamiento de las barandillas				

Continuación de la figura 4-12

(-)UM800-GIN-GIN-901-HCA01_.T:C001 Medición de parámetros eléctricos del módulo, control de enfermera y paciente, batería (-)UM800-GIN-GIN-901-HCA01_.T:C002 Inspecciones eléctricas (fugas de corriente en los motores) (-)UM800-GIN-GIN-901-HCA01_.T:D001 Ajuste de pernos de la cama y carcasa (-)UM800-GIN-GIN-901-HCA01_.T:D002 Limpieza de carcasa y plataforma, conexiones del módulo, motores y ruedas (-)UM800-GIN-GIN-901-HCA01_.T:D003 Pruebas de funcionamiento del control de paciente de enfermera, de pie, módulo de peso, ruedas y frenos		
MATERIALES/REPUESTOS:		
PERSONAL REQUERIDO:		
OBSERVACIONES GENERALES:		OBSERVACIONES DE SEGURIDAD:
EMITE <input type="checkbox"/>	APRUEBA <input type="checkbox"/>	CIERRA <input type="checkbox"/>

Figura 4-12: Orden de trabajo

Fuente: sismac.net

4.4 Capacitación al personal de las áreas médicas y de mantenimiento.

4.4.1 Modalidad de capacitación

Las capacitaciones se realizaron bajo la modalidad de taller, de forma práctica y con una duración de aproximadamente 2 horas.

4.4.2 Objetivo de la capacitación

Las capacitaciones se realizaron con el objetivo de enseñar al personal médico y de mantenimiento, acerca del proceso detallado en la tabla 4-18 para la elaboración del plan de mantenimiento con la metodología de RCM.

Tabla 4-18: Pasos para la elaboración del plan de mantenimiento.

PASOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO
1.- Inventario y codificación de equipos.
2.- Fichas técnicas de los equipos.
3.- Análisis de criticidad.
4.- Selección del modelo de mantenimiento.
5.- Asignación de las tareas de mantenimiento.
6.- Selección de las frecuencias de mantenimiento.
7.- Programación de rutas y rutinas de mantenimiento

Fuente: Quishpe José. Robalino Riley

El cronograma de capacitación se observa en la tabla 4-19, el personal capacitado en la tabla 4-20 y la documentación de las capacitaciones en el Anexo Q, Anexo R y Anexo S.

Tabla 4-19: Cronograma de capacitación.

FECHA	TEMAS
01 de Octubre de 2018 al 05 de Octubre de 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción al software SisMAC. • Instauración y visualización de activos en la base de datos del software.
08 de Octubre de 2018 al 12 de Octubre de 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de solicitudes de trabajo. órdenes de trabajo preventivas.
15 de Octubre de 2018 al 19 de Octubre de 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Programación de rutinas de mantenimiento.

Realizado por: Quishpe José. Robalino Riley

Descripción de los temas de capacitación de la tabla 4-19:

- La introducción sobre el software fundamentó al personal médico y de mantenimiento que; SisMAC es una herramienta de mantenimiento preventivo, que está en la capacidad de administrar la gestión de mantenimiento del hospital.
- Para la instauración y visualización de activos en la base de datos del software, se capacito al personal de mantenimiento la forma de llenar la plantilla desde el Excel con la información del inventario técnico y el proceso de migrar la plantilla para validar los datos del inventario.
- Para generar la solicitud de trabajo, se enseñó al personal médico la manera de llenar cada bloque que contiene la solicitud, enviar y verificar desde el software si la solicitud está siendo procesada como se observa en la figura 4-11.
- Para generar la orden de trabajo, se enseñó al personal de mantenimiento la forma de procesar la solicitud de trabajo y a su vez realizar la orden de trabajo como se explica en el punto 4.4.6.
- En la programación de rutinas, se enseñó al personal de mantenimiento la forma de realizar una ruta y una rutina como lo vemos en las figuras 4-14 y 4-15 y poder realizar el plan de mantenimiento por tareas o por rutinas como lo vemos en las tablas 4-16 y 4-17.

Tabla 4-20. Personal capacitado del hospital general Riobamba.

RESPONSABLE	ÁREA DE TRABAJO
Lic. Amada machado	Ginecología
Dra. Mónica Negredo	Otorrinolaringología
Lic. Geovanny Espinoza	Patología
Lic. Ligia Logroño	Rehabilitación/Fisiatría
Lic. Gladis Ortega	Unidad de Cuidados Intensivos
Ing. Alejandro Chiluiza	Mantenimiento
Angélica Llamuca	Mantenimiento

Fuente: Quishpe José; Robalino Riley

4.5 Conclusiones y recomendaciones.

4.5.1 Conclusiones

- El cálculo de los 7 criterios de la gestión de mantenimiento en el Hospital IESS Riobamba resultó del 77.78%, en donde el parámetro de la organización del mantenimiento resultó del 9,38%, recursos humanos 14,16%, control económico 10,42%, planificación, programación y control 3,19%, mantenimiento correctivo 0,98%, tercerización de mantenimiento 25,09% y manejo de inventarios de bodega para mantenimiento 14,57%. Con los resultados analizados se concluye que los criterios de menor valor de la evaluación resultó el criterio de mantenimiento correctivo y el criterio de la planificación, programación y control, por lo tanto para el criterio crítico de planificación, programación y control es recomendable elaborar el plan de mantenimiento preventivo basado en la Organización Mundial de la Salud según la evaluación de la gestión de mantenimiento.
- Resultó útil la implementación del Plan de Mantenimiento basado en la evaluación de la gestión de mantenimiento preventivo en el hospital IESS Riobamba, para mejorar la gestión de mantenimiento y que la tercerización de mantenimiento continúe con el trabajo programado, garantizando la confiabilidad de los equipos médicos, debido a que en la evaluación de la gestión de mantenimiento realizada al hospital IESS Riobamba resultó que la tercerización de mantenimiento lleva un valor más alto con respecto al hospital IESS Carlos Andrade Marín.

- La capacitación sobre el software de mantenimiento, resultó importante para que los responsables de las áreas médicas emitan solicitudes de trabajo como se observa en la figura 4-9 y que los responsables del departamento de mantenimiento ejecuten y programen las solicitudes de trabajo, órdenes de trabajo, rutinas de mantenimiento, como se observa en las figuras 4-10 y 4-11.

4.5.2 Recomendaciones

- Implementar el plan de mantenimiento propuesto en el presente trabajo.
- Mantener la bodega de mantenimiento surtido de todos los repuestos, materiales y herramientas para los equipos médicos del hospital, para evitar pérdidas de tiempo al momento de reparar una falla imprevista.
- Implementar el software de mantenimiento preventivo para llevar el control de los equipos, inventarios de materiales, repuestos y herramientas.
- Implementar los indicadores de gestión de mantenimiento expuestos en el presente trabajo para tener mayor control de desempeño de las actividades de mantenimiento.
- Mantener las áreas de trabajo con orden, limpieza, buena señalización e iluminación.

Bibliografía

Aznar, Bellver Jerónimo & Guijarro, Martínez Francisco. *Nuevos Métodos de Valoración. Modelos multicriterios.* 2da edición. Valencia-España: Universitat Politècnica de València, 978-84-8363-982-5, 2012, pp. 125-127

Baez Baez, Irma Patricia & Vinueza Cadena, Mónica Soledad. Estudio para la optimización y mejoramiento continuo de la calidad de atención de consulta externa del hospital del IESS de la ciudad de Riobamba . [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador. [Consulta: 2018-08-01]. Disponible en: http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/1284/T-ESPE_025229.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

EN13306. *Terminología del mantenimiento.* 2010.

Garrido, Santiago Garcia. *ORGANIZACION Y GESTION INTEGRAL DE MANTENIMIENTO.* Madrid-España: Ediciones Diaz de Santos, S.A, ISBN: 84-7978-548-9, 2003, pp. 8, 19-22, 25, 30, 45

IESS. *Historia* . [en línea] Riobamba: IESS, 2014. [Consulta: 2018-08-09]. Disponible en: https://www.iess.gob.ec/es/inst-quienes-somos?fbclid=IwAR0lzA90SMsaxSNHgt8puGuR8lpZwM7wdYhrysTP3d34D_vjnGYNdNbs4Ss.

Ministerio de Salud del Hospital Hermilio Valdizan. *Plan de mantenimiento de equipos biomédicos electromecánicos e infraestructura del Hospital Hermilio Valdizan.* [En línea]. Santa Anita, 24 de julio de 2013. [Consulta: 15 septiembre 2018]. Disponible en: http://www.hhv.gob.pe/Transparencia/archi/res_dire/2013/136_DG_24072013.pdf.

NTE INEN-EN 13460. *Documentos para el mantenimiento,* 2010.

Organización Mundial de la Salud. *Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico.* [en línea]. Ginebra: 2012. [Consulta: 20 octubre 2018]. Disponible en: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21565es/s21565es.pdf>.

Organización Mundial de la Salud. *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos.* [en línea]. Ginebra: 2012. [Consulta: 25 octubre 2018]. Disponible en: <<http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21566es/s21566es.pdf>>.

Ortiz, Christian & Víctor, Espín. *Sistema de Gestión de Mantenimiento Integral en el Centro Quirúrgico del Hospital General Docente Ambato.* [en línea]. Ambato: 2016. [Consulta: 11 noviembre 2018]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23664/1/Paper_Tesis_t1154id.pdf>.

García Palencia , Oliverio. *Gestión moderna del mantenimiento industrial. Principios fundamentales.* Bogotá-Colombia: Ediciones de la U. ISBN: 9789587620511, 2012.

SAATY, Thomas L. *The Analytic Hierarchy Process.* New York-EEUU: McGraw-Hill. 13:9780070543713, 1980.

SisMAC. *Sistema de Mantenimiento Asistido por Computadora.* [en línea]. Quito: 2018. [Consulta: 05 noviembre 2018]. Disponible en: <<http://sismac.net/Modulos.htm>>.

UNE-EN13306. *Mantenimiento. Terminología del mantenimiento,* 2011.

Viscaíno Cuzco, Mayra Alexandra; Quesada Molina, Juan Felipe & Villacrés Parra, Sergio Raúl. Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares. *La Habana : Arquitectura y Urbanismo.* Vol. XXXVIII, n°3 (2017), (Ecuador) pp. 63.