



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS
ÁREAS DE NEONATOLOGÍA, LABORATORIO CLÍNICO Y
CIRUGÍA EN EL HOSPITAL GENERAL RIOBAMBA-IESS,
APLICANDO ESTÁNDARES DE LA ORGANIZACIÓN
MUNDIAL DE LA SALUD”**

**ALLAUCA ZUMBA, CRISTIAN FERNANDO;
PILCO CAJO MARÍA, FERNANDA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA-ECUADOR

2018

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

2018-04-17

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

ALLAUCA ZUMBA CRISTIAN FERNANDO

Titulada: **“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE NEONATOLOGÍA, LABORATORIO CLÍNICO Y CIRUGÍA EN EL HOSPITAL GENERAL RIOBAMBA-JESS, APLICANDO ESTÁNDARES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

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

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Sergio Raúl Villacrés Parra
DIRECTOR DE TESIS

Ing. César Marcelo Gallegos Londoño
MIEMBRO DE TESIS

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

2018-04-17

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

PILCO CAJO MARÍA FERNANDA

Titulada: **“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE NEONATOLOGÍA, LABORATORIO CLÍNICO Y CIRUGÍA EN EL HOSPITAL GENERAL RIOBAMBA-JESS, APLICANDO ESTÁNDARES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Carlos José Santillán Mariño

DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Sergio Raúl Villacrés Parra

DIRECTOR DE TESIS

Ing. César Marcelo Gallegos Londoño

MIEMBRO DE TESIS

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ALLAUCA ZUMBA CRISTIAN FERNANDO

TÍTULO DE LA TESIS: “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE NEONATOLOGÍA, LABORATORIO CLÍNICO Y CIRUGÍA EN EL HOSPITAL GENERAL RIOBAMBA-IESS, APLICANDO ESTÁNDARES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”

Fecha de Examinación: 2018-10-30

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Dr. Marco Antonio Haro Medina PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Sergio Raúl Villacrés Parra DIRECTOR DE TESIS			
Ing. César Marcelo Gallegos Londoño MIEMBRO DE TESIS			

* 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.

Dr. Marco Antonio Haro Medina
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: PILCO CAJO MARÍA FERNANDA

TÍTULO DE LA TESIS: “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE NEONATOLOGÍA, LABORATORIO CLÍNICO Y CIRUGÍA EN EL HOSPITAL GENERAL RIOBAMBA-IESS, APLICANDO ESTÁNDARES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD”

Fecha de Examinación: 2018-10-30

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Dr. Marco Antonio Haro Medina PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Sergio Raúl Villacrés Parra DIRECTOR DE TESIS			
Ing. César Marcelo Gallegos Londoño MIEMBRO DE TESIS			

* 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.

Dr. Marco Antonio Haro Medina
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORIA

El presente Trabajo de Titulación, es original y basado en el proceso de investigación y/o propuesta tecnológica establecida en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Cristian Fernando Allauca Zumba

María Fernanda Pilco Cajo

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Cristian Fernando Allauca Zumba y María Fernanda Pilco Cajo, declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como Allauca C. & Pilco M., asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

Cristian Fernando Allauca Zumba

C.I : 060489624-2

María Fernanda Pilco Cajo

C.I : 060406823-9

DEDICATORIA

A mis padres Salvador Allauca y Sara Zumba, a mis hermanos Oscar y Estefanía, quienes jamás me dejaron solo y en todos estos años que duro esta etapa de mi vida siempre estuvieron junto a mí con alegrías, tristezas, amor y optimismo, para ustedes este logro que alcance en mi vida. Gracias por darme tanto cariño y comprensión.

Cristian Fernando Allauca Zumba.

El presente trabajo lo dedico en primer lugar a Dios, por ser mi fuerza e iluminar mi mente y haber puesto en mi camino a aquellas personas que fueron mi soporte. A mis padres, por su amor, apoyo y sacrificio a lo largo de mis años de estudio que me permiten hoy cumplir una de mis metas. A mis hermanos por el apoyo incondicional y la confianza que depositaron en mí. A una persona en especial que con su apoyo pude resolver cada una de las dificultades que se presentaron, gracias a sus consejos, su amor, comprensión y paciencia. A mi director y miembro que con su experiencia y conocimientos me orientaron al correcto desarrollo y poder culminar con éxito el trabajo de titulación.

María Fernanda Pilco Cajo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios sin él no sería nada, porque a través de su amor infinito me regalo a mi hermosa familia, la cual ha sido y será mi mayor fortaleza y alegría en toda mi vida como profesional y ser humano.

Un agradecimiento grande a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, las cuales me abrieron las puertas para brindarme sus conocimientos teóricos y prácticos a través de sus docentes, en especial al director y miembro de mi trabajo de titulación.

Al Hospital General Riobamba-IESS quiero por acogernos de forma grata en sus instalaciones para el desarrollo de nuestro trabajo de titulación.

Y por último, a mis amigos que a través de palabras y gestos me han ayudado en esta etapa de mi vida.

Cristian Fernando Allauca Zumba

Quiero agradecer a mis Padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente. Gracias por formarme y darme la libertad de desenvolverme como ser humano. A mis amigos que me ofrecieron su ayuda desinteresada.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento y al Hospital General Riobamba por darnos la apertura y brindarnos la información necesaria para la realización del trabajo de titulación.

A todas las personas que me apoyaron mil gracias.

María Fernanda Pilco Cajo

CONTENIDO

	Pg.
Resumen	
Abstract	
Introducción	
CAPÍTULO I	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	2
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	2
CAPÍTULO II	3
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Generalidades del mantenimiento	3
2.2. Definición de mantenimiento	3
2.3. Tipos de mantenimiento	3
2.4. Evaluación de la Gestión de Mantenimiento.....	5
2.5. Activo físico y contexto operacional.....	7
2.6. Inventario	7
2.7. Niveles jerárquicos.....	8
2.8. Codificación	8

2.9.	Ficha técnica	8
2.10.	Análisis de Criticidad.....	9
2.10.1.	<i>Función del equipo</i>	9
2.10.2.	<i>Riesgo físico asociado con la aplicación clínica</i>	9
2.10.3.	<i>Requisito de mantenimiento</i>	10
2.10.4.	<i>Antecedentes de problemas del equipo</i>	10
2.11.	Estrategias de Mantenimiento	11
2.11.1.	<i>Selección del modelo de Mantenimiento</i>	11
2.12.	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC).....	12
2.13.	RCM Abreviado.....	14
2.13.1.	<i>Fallo total y fallo técnico</i>	14
2.13.2.	<i>Modos de fallo</i>	14
2.13.3.	<i>Análisis de modo de fallas y efectos (AMFE)</i>	15
2.13.4.	<i>Tareas de mantenimiento</i>	15
2.14.	Frecuencia de mantenimiento.....	16
2.15.	Rutinas o gamas de mantenimiento.....	16
2.16.	Documentación de mantenimiento.....	17
2.16.1.	<i>Solicitud de trabajo</i>	17
2.16.2.	<i>Plan de mantenimiento</i>	18
2.16.3.	<i>Orden de Trabajo</i>	18
2.16.4.	<i>Permiso de Trabajo</i>	18
2.17.	GMAO	18
2.17.1.	<i>Funciones de un GMAO</i>	19

2.18.	Indicadores de mantenimiento	20
CAPÍTULO III.....		21
3.	MARCO METODOLÓGICO	21
3.1.	Evaluación del mantenimiento del Hospital General Riobamba - IESS	21
3.1.1.	<i>Definición de los criterios y subcriterios para la metodología AHP.....</i>	21
3.1.2.	<i>Ponderación de criterios y subcriterios</i>	22
3.1.3.	<i>Desarrollo del instrumento de evaluación</i>	29
3.1.4.	<i>Definición del umbral de desempeño</i>	30
3.1.5.	<i>Resultados de la evaluación entre el Hospital General Riobamba-IESS y Hospital Provincial General Docente Riobamba</i>	34
3.2.	Definición de estrategias de mantenimiento	35
3.2.1.	<i>Equipos.....</i>	35
3.2.2.	<i>Inventario y Codificación.....</i>	36
3.2.3.	<i>Ficha técnica.....</i>	38
3.2.4.	<i>Análisis de Criticidad.....</i>	39
3.2.5.	<i>Selección de la estrategia de mantenimiento</i>	40
3.2.6.	<i>Aplicación del RCM abreviado</i>	41
3.3.	Plan de mantenimiento.....	43
3.3.1.	<i>Tareas de mantenimiento</i>	43
3.3.2.	<i>Procedimientos.....</i>	46
3.3.3.	<i>Elaboración de Rutinas de Mantenimiento</i>	49
3.4.	Cronograma de mantenimiento.....	50

CAPÍTULO IV	51
4. IMPLEMENTACION DEL GMAO.....	51
4.1. Interfaz del Sistema.....	51
4.2. Flujograma de trabajo de SisMAC.....	53
4.3. Registro de datos en el sistema	54
4.3.1. <i>Fichas Técnicas</i>	54
4.3.2. <i>Referencias Gráficas</i>	55
4.3.3. <i>Manuales</i>	55
4.4. Asignación de tareas de Mantenimiento	56
4.5. Programación del Mantenimiento	57
4.6. Documentación de Mantenimiento	58
CAPÍTULO V	59
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
5.1. Conclusiones	59
5.2. Recomendaciones.....	60

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Definiciones de mantenimiento	4
Tabla 2-2: Escala de valoración para el Método AHP	7
Tabla 3-2: Función del equipo	9
Tabla 4-2: Riesgo físico asociado con la aplicación clínica	10
Tabla 5-2: Requisito de mantenimiento	10
Tabla 6-2: Antecedentes de problemas del equipo	10
Tabla 7-2: Tareas según los modelos de mantenimiento	12
Tabla 8-2: Interpretación de las preguntas del RCM	13
Tabla 9-2: Solicitud de Mantenimiento	17
Tabla 10-2: Indicadores de Mantenimiento	20
Tabla 1-3: Criterios y Subcriterios	21
Tabla 2-3: Encuesta para la Priorización de Criterios de Mantenimiento.....	23
Tabla 3-3: Matriz de comparación pareada.....	24
Tabla 4-3: Ratios de consistencia.....	24
Tabla 5-3: Continuación del Cálculo de Vectores Propios	25
Tabla 6-3: Sumatoria	48
Tabla 7-3: Vector Propio. Resultado final	25
Tabla 8-3: Comparación entre Vectores Propios	25
Tabla 9-3: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Docentes	26
Tabla 10-3: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Expertos.....	26
Tabla 11-3: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Administradores	27
Tabla 12-3: Resumen de los pesos finales de los criterios	27

Tabla 13-3: Resumen del peso final de los criterios y sus subcriterios.....	28
Tabla 14-3: Descripción del criterio de evaluación: políticas de mantenimiento	30
Tabla 15-3: Umbral de desempeño - HGR-IESS	31
Tabla 16-3: Umbral de desempeño - HPGDR	32
Tabla 17-3: Tabla de comparación entre el HGR-IESS - HPGDR	33
Tabla 18-3: Valores Finales de la Evaluación de Hospital General Riobamba (HGR-IESS)....	34
Tabla 19-3: Explicación del código del nivel 1	36
Tabla 20-3: Explicación del código del nivel 2	36
Tabla 21-3: Explicación del código del nivel 3	36
Tabla 22-3: Explicación del código del nivel 4	37
Tabla 23-3: Tabla de Criticidad	40
Tabla 24-3: Modelo de mantenimiento.....	41
Tabla 25-3: Modelo de mantenimiento.....	42
Tabla 26-3: Selección de tareas y frecuencias. Caso Aplicativo.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Clasificación del Mantenimiento	4
Figura 2-2: Estructura Jerárquica.....	6
Figura 1-3: Estructura Jerárquica.....	6
Figura 2-3: Código completo.....	38
Figura 3-3: Ficha Técnica. Cuna de Calor Radiante.....	38
Figura 4-3: Ficha Técnica. Contador Hematológico.....	39
Figura 5-3: Cuna de Calor Radiante	46
Figura 6-3: Cuna de Calor Radiante	50
Figura 3-4: Pantalla de ingreso al sistema	51
Figura 2-4: Vista global del sistema	52
Figura 4-4: Flujograma de trabajo	53
Figura 5-4: Descripción de los niveles jerárquicos.....	54
Figura 6-4: Descripción de los niveles jerárquicos.....	55
Figura 7-4: Descripción de los niveles jerárquicos.....	55
Figura 8-4: Descripción de los niveles jerárquicos.....	56
Figura 9-4: Clasificación y asignación de tareas	56
Figura 10-4: Asignación de tareas	56
Figura 11-4: Parámetros de configuración de las tareas	57
Figura 12-4: Rutinas de Mantenimiento	57
Figura 13-4: Cronograma de Mantenimiento	58
Figura 14-4: Orden de Trabajo	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Comparación entre los valores del umbral y valores obtenidos del HGR-IESS – HPGDR.....	33
Gráfico 2-3: Nivel de Cumplimiento HGR-IESS	34

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Encuesta para la Priorización de Criterios

ANEXO B: Instrumento de Evaluación

ANEXO C: Inventario

ANEXO D: Fichas Técnicas

ANEXO E: Criticidad Basada en el Riesgo

ANEXO F: RCM Abreviado

ANEXO G: Tareas y Recursos

RESUMEN

El presente trabajo busca mejorar la gestión actual de mantenimiento del Hospital General Riobamba, a través del desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para las áreas de Neonatología, Laboratorio Clínico y Cirugía, aplicando estándares de la Organización Mundial de la Salud. El paso inicial fue la evaluación de la gestión de mantenimiento, para sustentar este punto se desarrolló la metodología AHP la cual se utilizó para comparar las prácticas organizacionales entre dos hospitales, esto ayudó a identificar los estándares de puntuación. En la evaluación realizada se revisaron varios criterios, obteniéndose resultados variables que van desde poco satisfactorio en algunos aspectos y en otros criterios la calificación fue satisfactoria. Para ayudar a organizar la gestión de mantenimiento se realizó un levantamiento del inventario de activos, obteniéndose una estructura de codificación jerárquica y estandarizada, posteriormente se realizó un levantamiento de datos y su organización en fichas técnicas. En la siguiente etapa, se desarrolló un análisis de la criticidad de los activos apoyándose en los métodos sugeridos por la OMS, esto se utilizó para determinar las estrategias y modelos de mantenimiento adecuados. Para establecer las tareas de mantenimiento, se utilizó la metodología del RCM abreviado la cual utiliza el análisis de las fallas y modos de fallas para determinar las tareas adecuadas de cada equipo y sus frecuencias. Para cada tarea se identificó los recursos necesarios para la logística de mantenimiento. Finalmente, las tareas fueron agrupadas en rutinas para facilitar la gestión. Los datos obtenidos mediante el trabajo de titulación presente fueron subidos al software de mantenimiento SisMAC para luego con una capacitación al personal médico y técnico se instruyó sobre el manejo de la herramienta informática. A futuro, se recomienda realizar auditorías externas a la gestión de mantenimiento del hospital para evidenciar resultados y puntos de mejora.

Palabras Clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <PLAN DE MANTENIMIENTO>, <MODO DE FALLA>, <SISTEMA DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR (SISMAC)>, <ACTIVO FÍSICO>

ABSTRACT

The present work seeks to improve the current maintenance management of the Riobamba General Hospital, through the development of a preventive maintenance plan for the areas of Neonatology, Clinical Laboratory and Surgery, applying standards of the World Health Organization. The initial step was the evaluation of maintenance management, to support this point, the AHP methodology was developed which was used to compare the organizational practices between two hospitals, this helped to identify the scoring standards. In the evaluation carried out several criteria were reviewed, obtaining results variables that go from unsatisfactory in some aspects and in other criteria the qualification was satisfactory. To help to organize the management of maintenance, an inventory survey of assets was carried out, obtaining a hierarchical and standardized coding structure, later a data collection and its organization in technical data sheets. In the next stage, an analysis of the criticality of the assets was developed based on the methods suggested by the OMS, this was used to determine the strategies and appropriate maintenance models. To establish the maintenance tasks, the methodology of abbreviated RCM was used, which uses the analysis of faults and failure modes to determine the appropriate of equipment and its frequency. For each task, the necessary resources for maintenance logistics were identified. Finally, the tasks were grouped into routines to facilitate management. The data obtained through the present titling work were uploaded to SisMAC maintenance software and then with training the medical and technical personnel were instructed on the use of the computer tool. In the future, it is recommended to carry out external audits to the maintenance management of the hospital to show results and point of improvement.

Keywords: < TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <MAINTENANCE PLAN>, <MODE OF FAILURES>, <SYSTEM OF MAINTENANCE BY COMPUTER (SISMAC)>, <PHYSICAL ASSET>

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es una pieza fundamental dentro de cualquier empresa debido a que se encarga de asegurar la disponibilidad de los activos físicos, por lo tanto, la industria actualmente busca la mejora continua de su gestión de mantenimiento; para ello se usan diversas técnicas y herramientas como el RCM. “A tal efecto, el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, permite identificar acciones de mantenimiento más costo – efectivas que se ajusten a los patrones de falla de los equipos, a través del análisis de estado real de los mismos” (Uzcategui, et al; 2016; pp. 77-88).

Por lo tanto, en el área hospitalaria, el mantenimiento juega un rol de suma importancia porque diariamente asisten cientos de pacientes esperando obtener un servicio de salud de calidad entonces en “síntesis de la gestión se reduce a volcar todos los esfuerzos de la organización para lograr la plena satisfacción del paciente” (Londoño, 2000). Debido a ello, surge la necesidad de mantener la disponibilidad del equipo médico en el momento oportuno. Para cubrir este aspecto se seleccionan estrategias de mantenimiento de acuerdo con la criticidad de cada activo.

Uno de los resultados de la elaboración del plan de mantenimiento preventivo es la reducción de los trabajos correctivos mediante intervenciones preventivas a intervalos de tiempos predeterminados. Lo cual, Asegura la vida útil del equipo médico y su función dentro de los parámetros de operación requeridos. La documentación como la orden de trabajo y solicitud de trabajo genera información necesaria para el cálculo de indicadores.

La gestión de los activos físicos también se traduce en un compromiso y motivación muchos mayores de la mano de obra, y en procesos empresariales de mejora continua más sostenibles. La gestión de los activos físicos aumenta la conexión entre la gestión del mantenimiento y el plan estratégico de la empresa y orienta las actividades de mantenimiento (UNE EN 16646, 2014). Por lo tanto, la gestión de mantenimiento dentro de un hospital tiene que estar alineada con los objetivos gerenciales, además tiene que ser evaluada para obtener puntos de mejora que ayuden a alcanzar un nivel superior en la acreditación realizada periódicamente.

CAPÍTULO I

1.1. Antecedentes

El Hospital General Riobamba-IESS fue creado en el año de 1928 a través de la Caja de Pensiones, en la cual el sector público era el único beneficiario de dicha entidad. En 1942 mediante la Ley de Seguro Social Obligatorio fue concebido el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, dándose a estos organismos funciones y áreas de atención prioritaria, con las cuales no se contaba como maternidad, accidentes laborales, farmacología, entre otros; dándose apertura al sector privado, además facilitaba la construcción de casas a través de créditos hipotecarios que se lograban con la afiliación a la institución.

Durante el periodo de alcaldía del Dr. Edilberto Bonilla Oleas (1978-1984), el edificio actual del IESS comienza a edificarse. En 1992, con 67 camas hospitalarias se utiliza finalmente las instalaciones que hoy en día podemos observar llegando a ser, por tal motivo en 1992 denominado como Hospital Regional 5, con un nivel de complejidad en la escala 2. Mientras que 1998 mediante la firma de convenios con la Universidad Nacional de Loja se abren posgrados para diferentes áreas como: Anestesiología, Cirugía, Medicina Interna, Pediatría y Gineco-obstetricia.

El Hospital IESS Riobamba se encuentra ubicado en las calles Chile 3929 y Av. Unidad Nacional en la parroquia Lizarzaburu, Provincia de Chimborazo, en la Zona 3.

Actualmente el mantenimiento de equipos médicos de las áreas de Neonatología, Laboratorio Clínico y Cirugía está a cargo de la empresa externa BIOTRON, contando con 4 personas dentro de su nómina, siendo uno de ellos residente en el departamento de mantenimiento del hospital, mientras que los restantes 3 son rotativos dependiendo del área de trabajo, mientras que la operatividad de los restantes equipos e instalaciones está bajo la responsabilidad del personal de la institución.

1.2. Justificación

Actualmente, el sector hospitalario necesita contar con la mayor disponibilidad de los equipos médicos, debido a ello se propone la elaboración del plan de mantenimiento mediante la Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), cuya finalidad

tiene incrementar la disponibilidad de los equipos, a través de la cual el hospital asegurara un servicio de calidad a sus pacientes.

Los beneficios que se obtendrán serán la reducción de pérdidas económicas, tiempos muertos y el incremento de la calidad del servicio brindado por el hospital hacia sus pacientes.

Para obtener una mayor disponibilidad en los equipos médicos, éstos deben estar en óptimas condiciones para cumplir su función requerida bajo los estándares establecidos por las diferentes normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo General.*

- Elaborar el Plan de Mantenimiento Preventivo para Neonatología, Laboratorio Clínico y Cirugía en el Hospital General Riobamba aplicando estándares de la Organización Mundial de la Salud

1.3.2. *Objetivos Específicos:*

- Definir los fundamentos teóricos y metodológicos de la gestión de mantenimiento actual, en las áreas de Neonatología, Laboratorio Clínico y Cirugía.
- Evaluar la gestión actual del mantenimiento en las áreas de Neonatología, Laboratorio Clínico y Cirugía.
- Definir estrategias de mantenimiento para cada equipo de acuerdo con su criticidad.
- Elaborar el plan de mantenimiento.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades del mantenimiento

El mantenimiento juega un papel relevante en el mundo industrial. Las empresas ofertan bienes y servicios, poseen maquinaria para tal propósito, el mantenimiento busca que la función para la cual fue obtenido el equipo sea alcanzada con eficiencia, eficacia y calidad.(Castellanos, 2015; pp. 14-21).

En el área hospitalaria, el mantenimiento tiene un rol crítico debido al aporte para el cumplimiento de estándares requeridos para alcanzar acreditaciones internacionales y, además busca asegurar el servicio prestado por el equipamiento médico.

La planificación táctica del mantenimiento define como producto final, la entrega de un plan y programa de mantenimiento. En el área hospitalaria es necesario planificar para obtener activos disponibles que brinden un adecuado diagnóstico y tratamiento. La OMS indica que “ un programa de mantenimiento prolonga la vida útil de los equipos y minimiza los costos relacionados con su posesión” (OMS, 2012b).

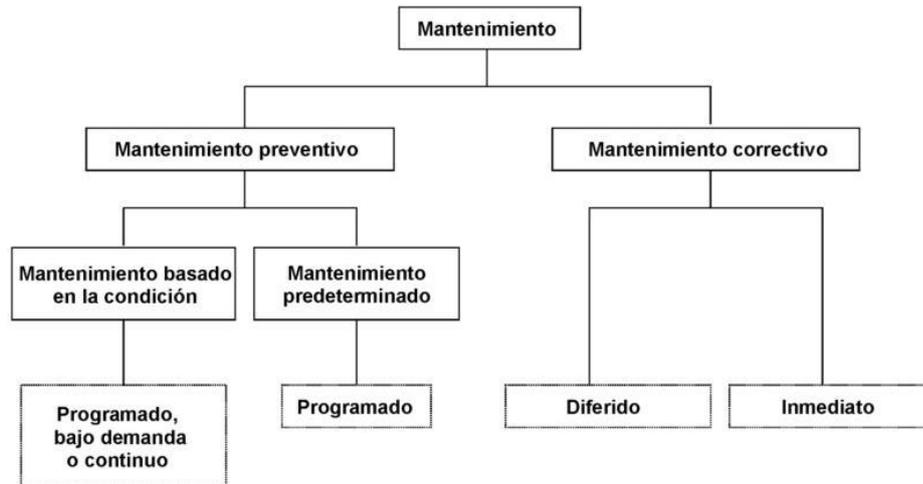
2.2. Definición de mantenimiento

Según la UNE-EN 13306, el mantenimiento se define como la “combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizadas durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o a devolverlo a un estado en el que pueda desempeñar la función requerida” (UNE-EN 13306, 2011). El trabajo en conjunto entre el área técnica y administrativa de una organización asegura calidad en el servicio, para que los activos utilizados funcionen dentro de sus parámetros establecidos.

2.3. Tipos de mantenimiento

El mantenimiento posee dos divisiones principales: el mantenimiento correctivo, actúa directamente cuando el fallo ha ocurrido y, el mantenimiento preventivo, previene o minimiza la aparición de fallos mediante tareas programadas en el tiempo. La clasificación dada por la norma UNE-EN 13306 (2011), se muestra en la figura 1-2.

Figura 1-2: Clasificación del Mantenimiento



Fuente: UNE-EN: 13309:2011
Realizado: UNE-EN, 2011

Las principales definiciones de mantenimiento según la norma UNE-EN 13306 (2011) y los estándares de la OMS (2012b) son descritas en la tabla 1-2:

Tabla 1-2: Definiciones de mantenimiento

	SEGÚN LA UNE-EN 13309:2011	SEGÚN LA OMS
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.	Proceso para restaurar la integridad, seguridad o el funcionamiento de un dispositivo después de una avería. El mantenimiento correctivo no programado se considera sinónimos de reparación.
Mantenimiento Preventivo	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 que se realiza para prolongar la vida útil del dispositivo y prevenir desperfectos. El Mantenimiento Preventivo habitualmente se programa a intervalos definidos e incluye tareas de mantenimiento específicas como lubricación, limpieza o reemplazo de piezas que comúnmente se desgastan o que tiene una vida limitada. Por lo general es el fabricante que establece los procedimientos e intervalos. En casos especiales, el usuario puede modificar la frecuencia de acuerdo con las condiciones del medio local. Algunas veces se llama al mantenimiento preventivo "mantenimiento planificado" o "mantenimiento programado".
Mantenimiento Predictivo	Mantenimiento basado en la condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento	Técnica para prever la frecuencia de averías de determinados tipos de componentes sustituibles (baterías, válvulas, bombas, sellos). El intervalo entre procedimiento de mantenimiento se fija de modo de reemplazar los componentes antes de que fallen y garantizar que el funcionamiento del equipo siga siendo fiable. En el marco de atención sanitaria esto se hace principalmente en un centro de salud que posee una gran cantidad de dispositivos médicos de un solo fabricante o de un solo modelo.

Fuente: OMS y Norma UNE-EN: 13306:2011
Realizado: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

2.4. Evaluación de la Gestión de Mantenimiento

Para evaluar un sistema de gestión de mantenimiento existen varias metodologías, en una de ellas, se conforma un grupo multidisciplinario para escoger los criterios adecuados, cuya finalidad es construir una herramienta multicriterio que solvente este fin.

Debido a esta razón, para el presente trabajo se utilizará esta metodología desarrollada en tres fases que involucran varios grupos de profesionales (Viscaíno et al; 2017; pp. 60-70).

En la fase inicial se realiza la priorización de criterios mediante el siguiente procedimiento:

En la primera parte se desarrollan los criterios de evaluación y selección de los requerimientos. Para ello se realiza el estudio del arte relacionado a la gestión de mantenimiento, para aceptar o rechazar un criterio se plantean 4 juicios:

- Primer juicio, se refiere a la aplicabilidad del criterio al tema de estudio.
- Segundo juicio, el criterio reduce los problemas de tema de estudio.
- Tercer juicio, explica si el criterio al ser evaluado es viable para su aplicación
- Cuarto juicio, explica si los niveles de exigencia del criterio coinciden con la realidad del sistema actual, en este caso, del área hospitalaria estudiada

Para la segunda parte se usa el método Analytic Hierarchy Process (AHP), que es un método de análisis de criterios de expertos para determinar las ponderaciones de las categorías y los criterios de evaluación, se definen 3 subetapas. En la primera etapa se realiza la modelación del problema, en el cual se debe desarrollar una estructura jerárquica (Ver figura 2-2). Durante la valoración se evalúa los criterios de los especialistas como: expertos, administradores y docentes de mantenimiento utilizados en el presente trabajo; asignándose un valor para su comparación entre sí. Posteriormente se construyen matrices de comparación (Viscaíno et al; 2017; pp. 60-70).

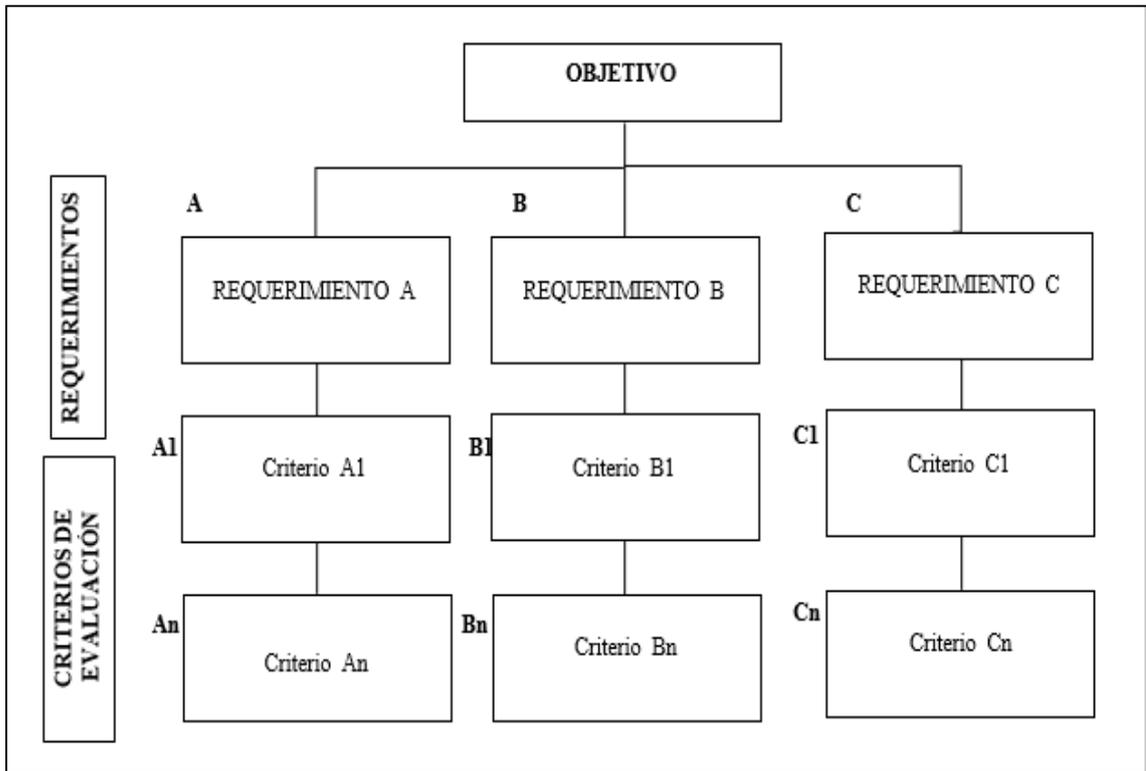
En una etapa posterior se determinan tres aspectos: escala de valoración, instrumento a aplicar y selección de expertos en el tema de estudio (Viscaíno et al; 2017; pp. 60-70).

En la tabla 2-2, se indica la escala de valoración por el método AHP.

En la etapa de priorización se realiza los siguientes pasos (Viscaíno et al; 2017; pp. 60-70):

1. Construcción de las matrices de comparación pareada.
2. Verificación del cumplimiento de la consistencia (ratio de consistencia del 10%).
3. Cálculo de los vectores propios.

Figura 2-2: Estructura Jerárquica



Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares
Realizado: Vizcaíno Cuzco, Quesada Molina, Villacrés Parra, 2017

En la tercera etapa, se determina el método para evaluar el tema de estudio, a través de requerimientos y criterios ponderados.

La estructura de los criterios consta de (Viscaíno et al; 2017; pp. 60-70):

- Objetivo.
- El método que va a ser aplicado para evaluar el criterio.
- El tipo de evaluación.
- Los niveles de referencia.
- La puntuación.

El método plantea tres niveles de referencia:

- Prácticas estándar (PE).
- Prácticas mejores (PM).
- Prácticas superiores (PS).

Tabla 2-2: Escala de valoración para el Método AHP

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 B.
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda.
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar.	
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones serían las siguientes: Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares

Realizado: Viscaino, Cuzco, Quesada, Molina, Villacrés, Parra, 2017

2.5. Activo físico y contexto operacional

Para seleccionar una estrategia de mantenimiento adecuada se debe definir, que es un activo físico y sus parámetros de funcionamiento, ambos conceptos se alinearán con los objetivos de la gerencia, evitando conflictos dentro de la organización.

En la UNE-EN 16646 se define al activo físico como un “Bien que tiene un valor potencial o real para una organización” (UNE-EN 16646, 2015). La norma SAE JA 1012, habla de contexto operacional como “Las circunstancias bajo las cuales se espera que opere el activo físico o sistema” (SAE-JA 1012, 2002). Conjuntamente, forman parte de uno de los pasos iniciales en el desarrollo de un plan de mantenimiento basado en el RCM.

2.6. Inventario

Según la OMS, en su documento: Introducción a la gestión de inventarios de equipos médicos; define el inventario como “una relación detallada de los activos que posee una organización o institución.” (OMS, 2012a); mientras que la ISO 14224 explica acerca de la estructura de base de datos como “Los datos recolectados se organizan y vinculan en la base de datos para proporcionar un acceso fácil a las actualizaciones, consultas y análisis” (ISO 14224, 2016). Por lo tanto, poseer

un inventario de activos detallado adecuadamente, servirá para el manejo eficiente de los recursos destinados para su mantenimiento.

2.7. Niveles jerárquicos

En la norma ISO 14224, define la taxonomía como “una clasificación sistemática de ítems en grupos genéricos basados en factores posiblemente comunes a varios ítems (ubicación, uso, subdivisión de equipos, etc)” (ISO 14224, 2016) La cual, se divide en nueve niveles jerárquicos que son destinados a la industria petrolera pero es adaptable a diferentes industrias como la hospitalaria, cementera, textil, etc.

Según García (2000a), se toman seis niveles jerárquicos que son:

- Nivel 1: Planta o Ubicación
- Nivel 2: Área
- Nivel 3: Sistema o Máquina
- Nivel 4: Equipo
- Nivel 5: Componente
- Nivel 6: Elemento

2.8. Codificación

García (2000a), expone sobre la importancia de poseer una codificación para la obtención de información como: localización, área, tipo de equipo, número de redundancias, etc. Por lo cual, la estructura del código poseerá caracteres alfanuméricos como números o letras.

Hay que tomar en cuenta, que poseer un código extenso no será de utilidad para la gestión del mantenimiento, por lo cual, hay que priorizar hasta que nivel se realizará la codificación.

2.9. Ficha técnica

La ficha técnica es un documento que se realiza después de realizar el inventario de los activos a mantener, en donde se registran datos técnicos, como los que se muestran en la norma NTE INEN-EN 13460 (2010):

- Fabricante
- Fecha de elaboración

- Modelo/tipo/número de serie
- Dimensiones
- Peso
- Otros: referidos a naturaleza física, detalles de montaje, operación y mantenimiento

2.10. Análisis de Criticidad

Según la OMS (2012b), en su documentación referente al mantenimiento de equipo médico describe una metodología para calcular la criticidad basada en la gestión del riesgo, para lo cual se evalúan criterios como: función, aplicación clínica, requisitos de mantenimiento y antecedentes de problemas del equipo.

2.10.1. Función del equipo

En este criterio se evalúa al equipo médico dentro de las distintas áreas que existen en un hospital como: Terapéuticos, Diagnóstico, Análisis y Otros.

Tabla 3-2: Función del equipo

Categoría	Descripción de la función	Puntuación
Terapéutico	Apoyo vital	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Fisioterapia y tratamiento	8
Diagnóstico	Control de cirugía y cuidados intensivos	7
	Control fisiológico adicional y diagnóstico	6
Analítico	Análisis del laboratorio	5
	Accesorios del laboratorio	4
	Computadoras y afines	3
Otros	Relacionados con el paciente y otros	2

Fuente: Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, 2012
Realizado: OMS, 2012

2.10.2. Riesgo físico asociado con la aplicación clínica

El criterio de riesgo físico asociado con la aplicación clínica enlista los riesgos recurrentes para el paciente.

Tabla 4-2: Riesgo físico asociado con la aplicación clínica

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

Fuente: Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, 2012

Realizado: OMS, 2012

2.10.3. Requisito de mantenimiento

Para este criterio se analiza la frecuencia y el grado de importancia que tiene mantenimiento en el equipo médico basándose en recomendaciones e indicaciones del fabricante o experiencia.

Tabla 5-2: Requisito de mantenimiento

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

Fuente: Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, 2012

Realizado: OMS, 2012

2.10.4. Antecedentes de problemas del equipo

Este criterio recoge la información disponible con respecto a las fallas que se han realizado a los equipos médicos en un periodo de tiempo.

Tabla 6-2: Antecedentes de problemas del equipo

Promedio de averías del equipo	Factor
Significativo: más de una cada seis meses	+2
Moderado: una cada 6-9 meses	+1
Usual: una cada 9-18 meses	0
Mínimo: una cada 18-30 meses	-1
Insignificante: menos de una en los 30 meses anteriores	-2

Fuente: Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, 2012

Realizado: OMS, 2012

Con los criterios mencionados anteriormente se calcula el número de gestión (GE).

Priorizando los equipos que se incluirán en programa, los cuales tendrán un valor igual o superior a 12, mientras que para equipos que obtengan un valor GE menor a 12, se cubrirán tareas de reparación (ISO 14224, 2016).

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\text{Número GE} = \# \text{ función} + \# \text{ aplicación} + \# \text{ mantenimiento} + \# \text{ antecedentes}$$

2.11. Estrategias de Mantenimiento

García (2010b), define cinco estrategias de mantenimiento, las cuales son:

- Estrategia correctiva: es una estrategia en la cual el personal de mantenimiento se encarga solo de reparar averías.
- Estrategia condicional: es una estrategia en la cual se realizan inspecciones sensoriales y trabajos de mantenimiento condicional.
- Estrategia sistemática: es una estrategia en la cual se realizan tareas de mantenimiento a intervalos de tiempo predeterminados, en los activos del inventario técnico.
- Estrategia de alta disponibilidad: es una estrategia que busca obtener una disponibilidad alta, mediante la programación de tareas basadas en la condición para los activos a mantener, cuyos intervalos de intervención tienden a ser precisos para asegurar la producción.
- Estrategia de alta disponibilidad y fiabilidad: es la estrategia que trata de reducir los fallos mediante análisis como: el árbol de fallos, Análisis de modo de falla y efecto (AMFE), Análisis de causa y efecto, etc; de las cuales se obtienen tareas que aseguren la máxima disponibilidad de los activos.

2.11.1. Selección del modelo de Mantenimiento

Según el documento Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos de la OMS (2012b), los equipos se incluyen en el inventario (críticos) y se los excluye (no críticos); de acuerdo con el número de gestión (GE).

Para equipos críticos se recomiendan tareas de mantenimiento preventivo como inspecciones preventivas y predictivas, limpiezas, ajustes y calibraciones. Mientras tanto, para equipos no críticos, las actividades serán de tipo correctivo

Por lo tanto, García (2000a) expone varios modelos de mantenimiento con sus respectivas tareas:

- **Modelo Alta Disponibilidad (Modelo de para equipos de uso constante >90%):** el modelo se usará para equipos que tienen una demanda de funcionamiento alta, los cuales poseerán una alta disponibilidad, por lo que se usa tareas de mantenimiento basado en la condición.
- **Modelo Sistemático (Modelo para equipos de uso intermitente 40%<X<90%):** el modelo se utiliza para activos, que cuando se los requiera se encuentren disponibles, por lo cual, prevalecerán las tareas de mantenimiento preventivo.
- **Modelo Condicional (Modelo para equipos de bajo uso <40%):** este modelo se utiliza para activos que tengan poca demanda de uso o que exista redundancia en el sistema, por lo cual, se usara tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Las tareas sugeridas para cada modelo se describen en la tabla 7-2:

Tabla 7-2: Tareas según los modelos de mantenimiento

<p>Modelo Básico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales • Lubricación • Reparación de averías 	<p>Modelo Sistemático</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lubricación • Reparación de averías • Mante. Condicional • Mantenimiento Preventivo sistemático • Inspecciones visuales
<p>Modelo Condicional</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales • Lubricación • Reparación de averías • Mantenimiento Condicional 	<p>Modelo de Alta Disponibilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones visuales • Lubricación • Reparación de averías • Mante. Condicional • Mantenimiento Preventivo sistemático • Puesta a cero en fecha determinada (Parada).

Fuente: Organización y Gestión Integral del Mantenimiento, 2003

Realizado: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

2.12. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)

El mantenimiento centrado en la confiabilidad surge como una necesidad, a causa de la reducida fiabilidad y seguridad presente en los equipos de aviación de los Estados Unidos; siendo los precursores en el desarrollo de esta estrategia: Nowlan y Heap, quienes lo desarrollaron para la

aviación, al pasar el tiempo esta metodología fue evolucionando, para ser aplicada en diferentes activos físicos en el mundo industrial (SAE-JA 1012, 2002).

Moubray define al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad como “un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual” (Moubray, 2004). El RCM es una herramienta, cuya finalidad es entregar un plan de mantenimiento de cada activo de acuerdo con su contexto operacional.

La estrategia del RCM plantea siete preguntas, en las cuales se responde aspectos acerca del contexto operacional, sus principales funciones, sus fallos, sus modos de fallo, los efectos, las consecuencias, para finalmente determinar las tareas de cada equipo. En la siguiente tabla 8-2 se muestran las 7 preguntas y su interpretación.

Tabla 8-2: Interpretación de las preguntas del RCM

Preguntas del RCM	Interpretación
1. ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?	La definición de la función se compone de: Verbo + objeto + estándar de funcionamiento, en su contexto operacional actual.
2. ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?	Se define de forma negativa la función declarada en el punto anterior.
3. ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?	Se estudia como ocurre la falla, es decir las causas del fallo, cabe mencionar que para un solo fallo suelen haber más de un modo de fallo.
4. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?	Los efectos son evidencias físicas que se ha producido un fallo.
5. ¿En qué sentido es importante cada falla?	Son las consecuencias de fallo; expresadas a través de amenazas a la seguridad, medio ambiente y producción
6. ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?	Se busca que debe hacerse para restaurar la función mediante tareas de mantenimiento preventivas y basadas en la condición.
7. ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?	A falta de tareas adecuadas se declaran: Búsqueda de fallas, mantenimiento a rotura y rediseño.

Fuente: RCM II

Realizado: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

La reducción de las acciones correctivas en los activos físicos es uno de los objetivos principales que se plantea el departamento de mantenimiento, porque influye directamente en los tiempos por

improductividad. El uso del RCM comienza con: la definición del contexto operacional y sus estándares de funcionamiento, obteniendo una gestión eficiente y sustentable del mantenimiento.

2.13. RCM Abreviado

El desarrollo del presente trabajo busca realizar un plan de mantenimiento para el equipo hospitalario, basándonos en el método del RCM abreviado, en el cual se debe seguir los siguientes pasos: tener definida la criticidad, describir los fallos, sus modos de fallos y el modelo de mantenimiento que se va a utilizar para la determinación de las tareas.

2.13.1. *Fallo total y fallo técnico*

Tener presente la función de un activo ayuda a dar un concepto de fallo total y fallo parcial. La norma UNE-EN 13306 define al fallo como el “cese de la aptitud de un elemento para realizar una función requerida” (UNE-EN 13306 2011), mientras que la OMS habla sobre desperfecto como la “situación en la que no se cumplen con los requisitos de funcionamiento o seguridad, en la que se produce una rotura, o ambas cosas. Un desperfecto se corrige mediante la reparación, la calibración o ambas” (OMS, 2012b). De forma simple, se concluye que el equipo queda inoperable hasta que se realice la reparación necesaria.

Según la norma SAE JA 1012, define a la falla funcional como: “un estado en el que un activo físico o sistema no se encuentra disponible para ejercer una función específica a un nivel de desempeño deseado”. (SAE-JA 1012, 2002). En esta categoría, los fallos no producen una incapacidad total del equipo, sino que su capacidad se ve reducida en un porcentaje notable, por ejemplo, un analizador automático de coagulación que procesa 300 muestras por horas cumple solo una cuota de 150 muestras por hora, por lo tanto, el equipo entraría en esta categoría de fallo.

2.13.2. *Modos de fallo*

Los modos de fallo se definen como la forma en la que un activo pierde la capacidad de desempeñar su función, o en otras palabras, la causa en que un activo falla (Aguilar et al; 2010; pp. 15-26). A cada modo de fallo le corresponde una acción que ayude a mitigar el impacto ocasionado.

Hay que tomar en cuenta que un fallo se genera por uno o varios modos de fallo, por lo cual se realiza una investigación exhaustiva de las probables causas que lo provoquen, porque de ello dependerá la efectividad que tenga el proceso.

2.13.3. Análisis de modo de fallas y efectos (AMFE)

“El análisis modal de fallos y efectos (AMFE), es un instrumento analítico recomendado por el Institute of Medicine (IOM) y la Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations (JCAHO), como procedimiento idóneo para lograr la seguridad en los procesos sanitarios” (Govindarajan et al; 2007; pp. 209-309). Mediante su uso, el sector de la salud a nivel mundial busca asegurar que sus equipos y dispositivos médicos cumplan con su función en el momento indicado, para brindar un servicio oportuno y de calidad que ayuden a su respectiva acreditación.

La metodología AMFE es una técnica que identifica, evalúa y previene posibles fallos reduciendo el riesgo durante el uso del equipo médico, para su posterior análisis de efectos que conlleva al estudio de sus consecuencias, asegurando la calidad del servicio. (Consuegra, 2015; pp. 37-50). En los hospitales son muy importantes las herramientas que ayuden a la sostenibilidad de la institución y organización de sus recursos. Cabe mencionar, que en el desarrollo de la metodología AMFE se conforma un grupo multidisciplinario que resuelva cualquier duda que se presente en el desarrollo.

AMFE busca investigar los modos de falla más comunes y encaminar los esfuerzos necesarios para reducir o controlar las consecuencias de los fallos.

2.13.4. Tareas de mantenimiento

Con los modos de falla definidos, se decide qué tipo de tareas son las más adecuadas para el activo analizado.

García (2000b) define tareas de mantenimiento como los trabajos que se llevan a cabo para reducir o evitar los fallos; clasificándolas de la siguiente manera:

- Inspecciones de tipo visual
- Tareas de lubricación
- Inspección del buen funcionamiento del equipo mediante elementos del mismo equipo y con elementos externos del equipo
- Limpiezas técnicas y condicionales del equipo
- Ajustes técnicos y sistemáticos del equipo
- Sustitución sistemática de partes
- Grandes revisiones

Mientras tanto cuando no se hallen actividades de mantenimiento que reduzcan las consecuencias de fallo, se realizan tareas a falta de, como las expuestas en el RCM de Moubray (2004), las cuales son:

- Búsqueda de fallas
- Rediseño
- Mantenimiento a rotura

2.14. Frecuencia de mantenimiento

Según la OMS (2012b), de acuerdo con el criterio requisitos de mantenimiento, expuesto en la evaluación de la criticidad, ayuda para la determinación del intervalo entre inspecciones y procedimiento de mantenimiento.

Entonces los intervalos de mantenimiento según la OMS (2012b):

- Cuando el criterio requisitos de mantenimiento es importante (valor numérico entre 4 y 5), la frecuencia de trabajos de mantenimiento preventivo se realizará cada seis meses.
- Cuando el criterio requisitos de mantenimiento es usual o mínimo (valor numérico entre 3,2 o 1), la programación de la frecuencia de mantenimiento preventivo será anual.
- Mientras tanto, cuando se realiza la suma de todos los criterios, para los equipos que obtenga un valor GE de 15 o más se realizara inspección cada semestre.
- En tanto que, cuando se realiza la suma de todos los criterios, para equipos que obtengan un valor GE de 19 o más se realizara la programación de inspección cada 4 meses.

Cabe mencionar que, existen otras maneras para determinar la frecuencia de las tareas de mantenimiento como: manuales, experiencia del personal, etc.

2.15. Rutinas o gamas de mantenimiento

Según la UNE-EN 13306, se define como mantenimiento de rutina a las “actividades de mantenimiento preventivo simples regulares o repetidas” (UNE-EN 13306, 2011). Hay que tomar en cuenta, que la agrupación de tareas de mantenimiento facilita su ejecución y control.

Existen dos tipos de rutinas según C&V Ingeniería (2013; pp. 83-87):

- Rutinas cíclicas: consta de una tarea o un grupo de tareas que se asignan para activos diferentes, que posean una frecuencia igual.

- Rutinas de servicio: consta de una tarea o un grupo de tareas que se asignan a un solo tipo de activo, a una frecuencia determinada.

2.16. Documentación de mantenimiento

Un control adecuado de las actividades que se realizan es a través de la documentación, la cual será seleccionada junto al plan de mantenimiento. La información recopilada ayudará al cálculo de indicadores.

El primer documento que se desarrolla luego del plan y programa de mantenimiento es la orden de trabajo.

2.16.1. Solicitud de trabajo:

Este documento es el punto inicial de la cadena de trabajo del mantenimiento, detallándose en su contenido, el fallo ocurrido.

En la figura 9-2, se observa el modelo de una solicitud de trabajo: es emitido por otro departamento de la empresa dirigido hacia el departamento de mantenimiento

Tabla 9-2: Solicitud de Mantenimiento

SOLICITUD DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO N°...			
ÁREA SOLICITANTE		FECHA	
CÓDIGO		MÁQUINA	
PRIORIDAD	Urgente ()	Normal ()	Moderada ()
PROBLEMA DETECTADO			
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA			
OBSERVACIONES			
Firma			
(Nombre)			

Fuente: Autores

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

2.16.2. *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” (UNE-EN 13306, 2011). Este documento tiene como objetivo principal, que el activo o instalación a mantenerse cumpla con su vida útil esperada.

2.16.3. *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, 2015). La orden de trabajo consta de varios campos, los principales son: tarea a realizarse, personal a cargo, tiempo de ejecución, costos, fecha de emisión y de ejecución, medidas de seguridad, procedimientos, herramientas, materiales, etc.

2.16.4. *Permiso de Trabajo*

El permiso de trabajo es una herramienta básica en cualquier labor que se desarrolle en diferentes industrias asegurando la seguridad ocupacional del personal.(Trujillo, 2014; pp. 291-292). Es un documento necesario, que es previsto durante la fase preparatoria de los trabajos de mantenimiento.

2.17. **GMAO**

La gestión de mantenimiento está llegando a ser la cúspide de la mejora continua, por lo que el uso de un software presenta ventajas tecnológicas de una empresa frente a otras.

La Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) o Computerized Maintenance Management System (CMMS) es un software, que:

Permite la gestión de mantenimiento de los equipos y/o instalaciones de una o más empresas o similar/es. Básicamente es una base de datos que contiene información sobre la empresa y sus operaciones de mantenimiento. Esta información sirve para que todas las tareas de mantenimiento se realicen de la forma más segura y eficaz. También se emplea como herramienta de gestión para la toma de decisiones. (Balsa y Brocal, 2009).

Al integrar herramientas poli funcionales a los programas informáticos de mantenimiento se fortalece sus funciones, para mejorar la compatibilidad con otras plataformas electrónicas

industriales, creándose un ambiente completo para el manejo y monitoreo de procesos productivos.

Según la OMS (2012b), es una buena estrategia, el uso de un software de mantenimiento como herramienta para mejorar la eficiencia y eficacia. A través de la implementación de un GMAO se obtienen datos necesarios como: inventarios, historiales de fallos, tareas, procedimientos, etc.

Según C&V Ingeniería (2013), un GMAO debe constar con varios módulos, para ello se emplearán distintos tipos de tablas que contengan lo siguiente:

- Módulo de Inventario Técnico
- Módulo de Ficha Técnica
- Módulo de Documentos (Manuales, Planos)
- Módulo de Mantenimiento
- Módulo de Reportes

2.17.1. *Funciones de un GMAO*

Las funciones que realiza un GMAO son diversas y están enfocadas al mantenimiento e interaccionan con diferentes software dependiendo del costo y el tamaño de la empresa, entre las más significantes están (Haro, 2016; pp. 29-31):

- La información se encuentra de forma segura y se la obtiene al instante mediante el uso de un ordenador.
- Ayuda a llevar un control del cumplimiento de la planificación y logística de mantenimiento.
- La información proporcionada después de la ejecución de las tareas ayuda a la toma de decisiones y cálculo de indicadores.
- Los diversos programas informáticos de mantenimiento son adaptables a las distintas necesidades de las industrias.

Contar con un programa informático para la gestión de mantenimiento trae beneficios puntuales, que se visualizan a corto plazo y largo plazo, mejorando el manejo de información.

Según la OMS (2012b), los beneficios que presenta tener un GMAO son:

- Aumento de la eficiencia en el manejo de la información para mantenimiento, viéndose reflejado en la reducción de tiempos muertos.

- Los usuarios acceden a la información actualizada, al instante. Incluso se realizan simulaciones de proyectos a futuro.
- Control económico del costo generado por: repuestos, materiales, mano de obra u outsourcing utilizado. Cabe mencionar, que las existencias de bodega se actualizan constantemente.
- El personal de mantenimiento posee mayor control sobre las actividades que realiza el departamento de mantenimiento en la organización en cuanto a logística, costos y tiempo.

2.18. Indicadores de mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento miden la eficiencia y eficacia de la gestión del mantenimiento en un periodo de tiempo predeterminado, mostrando oportunidades de mejora. Dentro de los hospitales, para este fin, se tiene procesos específicos en los cuales se controlan y evalúan las actividades de mantenimiento, el personal y el desempeño de los equipos. Los valores resultantes sirven para la toma de decisiones que benefician a la organización. La falta de datos de las tareas de mantenimiento de los equipos son causa, para no calcular indicadores en hospitales. Los más relevante se muestran en la tabla 10-2 (Cruz, 2010; pp- 179-180).

Tabla 10-2: Indicadores de Mantenimiento

Nombre del Indicador	Descripción	Fórmula
Tiempo promedio entre fallas	Relación entre número total de equipos de una población por su tiempo de operación y el número de fallas que han tenido.	$TMEF = \frac{N_{equip} * \sum_{i=1}^n T_{op}}{n_f}$
Tiempo promedio para reparar	Relación entre el tiempo total para reparar el equipo (T) y el número total de reparaciones (n)	$TPR = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$ <i>T_i es la Duración real en las OT</i>
Tiempo promedio para intervenciones preventiva	Relación entre el tiempo total para realizar las intervenciones preventivas del equipo (T) y el número total de intervenciones (n)	$TPP = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$ <i>T_i es la Duración real en las OT</i>
Disponibilidad del equipamiento	Relación entre el número total de horas de trabajo calendario menos las horas de parada por mantenimiento (correctivo + planificado) y las horas calendario	$D = \frac{T_{CAL} - T_{mtto}}{T_{CAL}} * 100$ <i>T_{CAL} → Ficha técnica</i> <i>T_{mtto} → OT</i>

Fuente: Gestión Tecnológica Hospitalaria: Un enfoque sistemático, 2010
Realizador por: Cruz Antonio, 2010

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Evaluación de la gestión del mantenimiento del Hospital General Riobamba - IESS

Para la evaluación de la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento del Hospital General Riobamba - IESS se empleó la metodología multicriterio AHP, para lo cual se desarrolló la elección y definición de los criterios; por lo que se recurrió a documentos de la OMS, UNE-EN y Norma Canadiense; porque son fuentes universales y confiables de información referente al mantenimiento.

3.1.1. Definición de los criterios y subcriterios para la aplicación de la metodología AHP

Los criterios y subcriterios son presentados en la tabla 1-3

Tabla 1-3: Criterios y Subcriterios

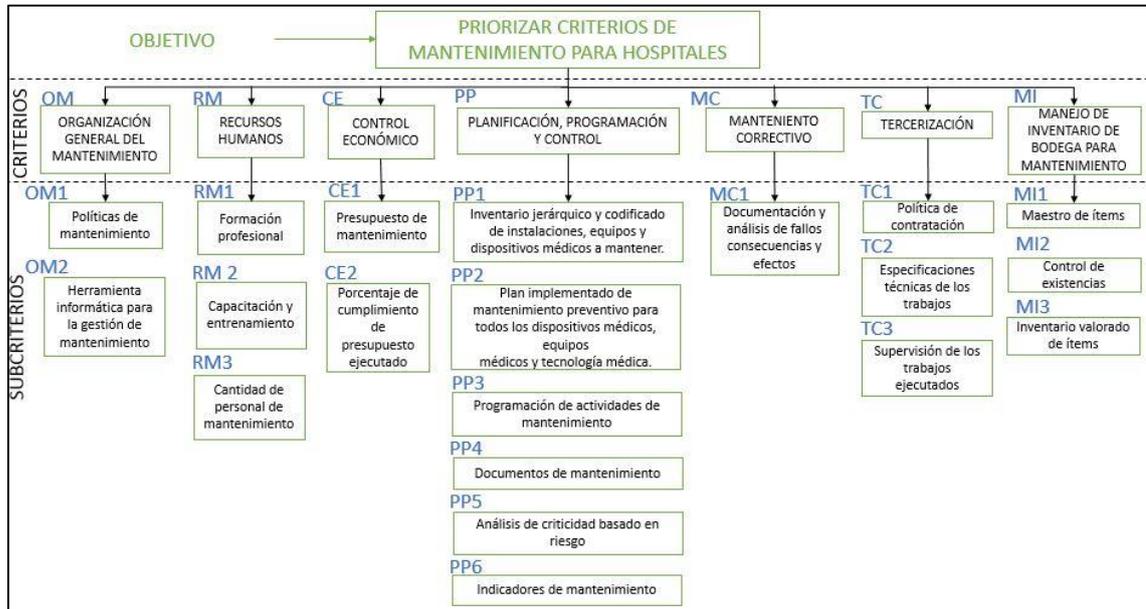
Criterios	Subcriterios
Organización general	Políticas de mantenimiento
	Herramienta informática para la gestión de mantenimiento
	Formación profesional
Recursos humanos	Capacitación y entrenamiento
	Cantidad de personal de mantenimiento
Control económico del mantenimiento	Presupuesto de mantenimiento
	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
Mantenimiento correctivo	Indicadores de mantenimiento
	Documentación y análisis de fallos consecuencias y efectos
Tercerización del mantenimiento	Política de contratación
	Especificaciones técnicas
	Supervisión de los trabajos ejecutados
Manejo de inventario de bodega para mantenimiento	Maestro de ítem
	Control de existencias
	Inventario valorado de ítems

Fuente: Documentos de la OMS y UNE-EN

Realizador por: Viscaino Mayra, Villacrés Sergio, Gallego, Cesar, 2018

Los criterios y subcriterios mostrados fueron elegidos por un grupo de docentes de la carrera de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH. Para el siguiente paso se realizó una estructura jerárquica, según lo requiere la metodología AHP. (Ver figura 1-3)

Figura 1-3: Estructura Jerárquica



Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

3.1.2. Ponderación de criterios y subcriterios

A un grupo de 30 personas se realizó la encuesta, contando con profesionales en Gestión de Mantenimiento, Administradores de mantenimiento y Expertos en mantenimiento hospitalario. La encuesta compara los criterios, presentando posibilidades de repuestas como: (Ver tabla 2-3)

El criterio Recursos Humanos comparado con Organización General del Mantenimiento, según la opinión del experto, tiene mayor importancia Recursos Humanos, por lo que se coloca su valor numérico al lado derecho de la tabla.

El criterio Organización General del Mantenimiento comparado con Control Económico, según la opinión del experto, tiene mayor importancia por lo que se coloca su valor numérico al lado izquierdo de la tabla.

El criterio Organización General del Mantenimiento comparado con Programación, Planificación y Control, según la opinión del experto, ambos tienen la misma importancia, por lo tanto, su valor numérico es 1.

El modelo completo de la encuesta se encuentra en el anexo A.

Tabla 2-3: Encuesta para la Priorización de Criterios de Mantenimiento

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA DE CRITERIOS DE MANTENIMIENTO																				
CRITERIOS DE MANTENIMIENTO	Importancia									Igual	Importancia									CRITERIOS 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	9		
Organización general del mantenimiento								2			3							Recursos humanos		
									1									Control económico		
																		Planificación, programación y control		
																		Mantenimiento Correctivo		
																		Tercerización del mantenimiento		
Recursos humanos																		Manejo de inventario de bodega para mantenimiento		
																		Control económico		
																		Planificación, programación y control		
																		Mantenimiento Correctivo		
																		Tercerización del mantenimiento		
Control económico																		Manejo de inventario de bodega para mantenimiento		
																		Planificación, programación y control		
																		Mantenimiento Correctivo		
																		Tercerización del mantenimiento		
Planificación, programación y control																		Manejo de inventario de bodega para mantenimiento		
																		Mantenimiento Correctivo		
																		Tercerización del mantenimiento		
Mantenimiento Correctivo																		Manejo de inventario de bodega para mantenimiento		
																		Tercerización del mantenimiento		
Tercerización del mantenimiento																		Manejo de inventario de bodega para mantenimiento		

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares
Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

3.1.2.1. Matriz de comparación pareada

Al finalizar las encuestas, se tabularon los datos mediante el uso de la matriz de comparación pareada, la cual se llenó de la siguiente manera:

- Si el valor está al lado izquierdo de la encuesta, se llena la fila de la matriz de comparación pareada colocando un valor entero (2...9) según la respuesta del experto, mientras que, si el valor está a lado derecho se ubica un valor fraccionario (1/2...1/9).
- Para llenar el lado inferior de la diagonal principal, se colocan los inversos de la parte superior, es decir, si se tiene un valor entero se coloca su opuesto, mientras si es un fraccionario se coloca el valor entero.

El ejemplo de la matriz pareada se observa en la tabla 3-3. Cabe mencionar que, se tiene que realizar la tabulación de cada criterio con sus subcriterios.

Tabla 3-3: Matriz de comparación pareada

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA CRITERIOS							
	OM	RM	CE	PP	MC	TC	MI
OM	1,00	0,20	1,00	1,00	3,00	5,00	1,00
RM	5,00	1,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
CE	1,00	0,11	1,00	1,00	7,00	7,00	1,00
PP	1,00	0,11	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00
MC	0,33	0,11	0,14	0,33	1,00	3,00	0,20
TC	0,20	0,11	0,14	0,33	0,33	1,00	0,20
MI	1,00	0,11	1,00	1,00	5,00	5,00	1,00
SUMA	9,53	1,76	13,29	13,67	28,33	33,00	13,40

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares
Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Para validar la encuesta, la metodología pide que se cumpla un índice de consistencia de acuerdo con el número de criterios que son siete, por lo cual, su valor es 10% (Ver tabla 4-3). Para los criterios que tengan menos de dos subcriterios no se realizará este cálculo.

Tabla 4-3: Ratios de consistencia

Primer Encuestado	Número de Subcriterios	Ratio de consistencia
Criterio RM	3	0,000%
Criterio PP	6	9,973%
Criterio TC	3	0,000%
Criterio MI	3	0,000%

Fuente: Autores
Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

3.1.2.2. Cálculo de vectores propios

Luego de verificar el índice de consistencia, se realizó el cálculo de los vectores propios; para la cual se copió la matriz de comparación pareada que se mostró en la tabla 3-3.

Posteriormente, se calculó el primero producto mediante una multiplicación de matrices, en este caso, se multiplicó la matriz pareada por sí misma, obteniéndose el primero producto (ver tabla 5-3). Después se calculó la suma de cada fila y la sumatoria general (ver tabla 6-3).

Finalmente, se dividió el valor de la suma de cada fila para la sumatoria general, obteniéndose los valores de los vectores propios (ver tabla 7-3). El proceso fue validado mediante el cálculo de la sumatoria de los vectores propios, cuyo resultado siempre será uno.

Tabla 5-3: Continuación del Cálculo de Vectores Propios

PRIMER PRODUCTO							
CRITERIOS	OM	RM	CE	PP	MC	TC	MI
OM	7,00	1,62	6,94	8,47	24,47	35,80	7,40
RM	41,80	7,00	43,57	47,00	171,00	205,00	44,60
CE	8,29	2,20	7,00	9,67	28,33	49,00	7,80
PP	6,16	1,31	5,86	7,00	23,00	33,00	6,20
MC	2,50	0,70	2,58	3,34	7,00	11,67	2,81
TC	1,74	0,37	2,07	2,32	5,27	7,00	2,14
MI	7,22	1,76	6,43	8,33	25,67	41,00	7,00

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares
Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Tabla 6-3: Sumatoria

SUMA	
	35,20
	35,20
	30,40
	35,20
	35,20
	35,20
SUMA	206,40

Tabla 7-3: Vector Propio. Resultado final

VECTOR PROPIO	
	0,170543
	0,170543
	0,147287
	0,170543
	0,170543
	0,170543
SUMA	1,00

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares

Realizado por: Allauca, Cristian, Pilco, María, 2018

Para obtener, el valor final de los vectores propios, se compararon los cuatro primeros dígitos del vector propio “n” calculado coincidan con el vector propio “n-1”. (Ver tabla 8-3) Hay que tomar en cuenta, que para llegar a tener estos valores idénticos se realizaron las iteraciones necesarias. Se desarrolló el mismo proceso para cada subcriterio.

Tabla 8-3: Comparación entre Vectores Propios

	Vector propio		Vector propio
	0,0951466		0,0951451
	0,5533733		0,5533796
	0,1131272		0,1131259
	0,0824209		0,0824209
	0,0345525		0,0345507
	0,0236055		0,0236044
	0,0977740		0,0977734
SUMA	1,00	SUMA	1,00

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares
Realizado por: Allauca, Cristian, Pilco, María, 2018

3.1.2.3. Cálculo del peso de los criterios y subcriterios

Se elaboró una tabla de resumen de los vectores propios de cada grupo de encuestados. Después se calcularon dos columnas denominadas: (Ver tablas: 9-3; 10-3; 11-3)

- **Agregación (A):** para lo cual se toma la media geométrica de cada fila y posterior suma de los valores obtenidos.
- **Normalización (N):** para obtener el peso de cada criterio y subcriterio, se dividió cada valor dado por la media geométrica para la sumatoria general.

Tabla 9-3: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Docentes

	Valores vectores propios grupo N°1 Docentes										A	N
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
OM	0,14	0,39	0,06	0,06	0,18	0,16	0,06	0,06	0,31	0,27	0,13	0,17
RM	0,14	0,14	0,11	0,11	0,30	0,33	0,11	0,11	0,10	0,19	0,15	0,19
CE	0,14	0,07	0,06	0,06	0,04	0,21	0,06	0,06	0,14	0,13	0,09	0,11
PP	0,14	0,25	0,06	0,06	0,17	0,13	0,06	0,06	0,31	0,12	0,11	0,15
MC	0,14	0,07	0,02	0,02	0,08	0,05	0,02	0,02	0,03	0,06	0,04	0,06
TC	0,14	0,04	0,55	0,55	0,03	0,04	0,55	0,55	0,06	0,15	0,15	0,19
MI	0,14	0,04	0,14	0,14	0,19	0,08	0,14	0,14	0,04	0,08	0,10	0,13
Suma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,78	1

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares
Realizado por: Allauca, Cristian, Pilco, María, 2018

Tabla 10-3: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Expertos

	Valores vectores propios grupo N°2 Expertos										A	N
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
OM	0,04	0,21	0,06	0,06	0,06	0,15	0,06	0,06	0,29	0,04	0,08	0,10
RM	0,08	0,26	0,11	0,11	0,11	0,32	0,11	0,11	0,16	0,04	0,12	0,16
CE	0,09	0,26	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,14	0,05	0,08	0,10
PP	0,05	0,17	0,06	0,06	0,06	0,17	0,06	0,06	0,10	0,20	0,08	0,11
MC	0,14	0,04	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,13	0,16	0,05	0,06
TC	0,35	0,03	0,55	0,55	0,55	0,03	0,55	0,55	0,10	0,15	0,22	0,29
MI	0,25	0,03	0,14	0,14	0,14	0,20	0,14	0,14	0,08	0,36	0,14	0,18
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,77	1,00

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares
Realizado por: Allauca, Cristian, Pilco, María, 2018

Tabla 11-3: Cálculo del peso de los criterios. Grupo Administradores

	Valores vectores propios grupo N°3 Administradores										A	N
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
OM	0,10	0,19	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,02	0,04	0,06	0,08
RM	0,55	0,34	0,11	0,11	0,08	0,11	0,11	0,11	0,02	0,25	0,13	0,17
CE	0,11	0,09	0,06	0,06	0,17	0,06	0,06	0,06	0,08	0,05	0,08	0,10
PP	0,08	0,18	0,06	0,06	0,22	0,06	0,06	0,06	0,08	0,21	0,09	0,12
MC	0,03	0,06	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,25	0,07	0,04	0,05
TC	0,02	0,05	0,55	0,55	0,04	0,55	0,55	0,55	0,25	0,25	0,21	0,27
MI	0,10	0,10	0,14	0,14	0,40	0,14	0,14	0,14	0,29	0,13	0,15	0,20
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,76	1,00

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares
Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

El mismo proceso, se repitió para cada subcriterio en cada grupo de profesionales. Al final se calculó un peso general de cada criterio y subcriterio, siguiendo el proceso mencionado. Los resultados son indicados en la tabla.12-3.

Tabla 12-3: Resumen de los pesos finales de los criterios

Criterios	Pesos			Agregación	Normalización	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: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares
Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Los pesos totales de cada criterio y subcriterios de los tres grupos de encuestados se observan en la tabla 13-3.

Tabla 13-3: Resumen del peso final de los criterios y sus subcriterios

Criterios	Pesos	Subcriterios	Pesos
OM	0,114	OM1. Políticas de mantenimiento	0,78
		OM2. Herramienta informática para la gestión de mantenimiento	0,22
RM	0,178	RM1. Formación profesional	0,42
		RM2. Capacitación y entrenamiento	0,43
		RM3. Cantidad de personal de mantenimiento	0,15
CE	0,104	CE1. Presupuesto de mantenimiento	0,77
		CE2. Porcentaje de cumplimiento de presupuesto ejecutado	0,23
PP	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
MC	0,057	MC1. Documentación y análisis de fallos consecuencias y efectos	1
TC	0,251	TC1. Política de contratación	0,48
		TC2. Especificaciones técnicas	0,23
		TC3. Supervisión de los trabajos ejecutados	0,29
MI	0,169	MI1. Maestro de ítem	0,46
		MI2. Control de existencias	0,26
		MI3. Inventario valorado de ítems	0,28

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

3.1.3. *Desarrollo del instrumento de evaluación*

Con el valor final de cada peso, se desarrolló la herramienta para la evaluación del sistema de mantenimiento en el Hospital General Riobamba-IESS, obteniéndose escalas de referencia de cada criterio y subcriterio que van desde: deficiente, poco satisfactorio, cuasi satisfactorio y satisfactorio; cuya finalidad es clasificar cada ítem dentro de estas categorías, consiguiéndose identificar puntos de mejora para la entidad de salud, siendo este, la fase final del proceso de la metodología desarrollada como se presenta a continuación con el criterio Organización general del mantenimiento y su subcriterio Políticas de mantenimiento.

Para realizar el instrumento se estableció:

- El objetivo, se elaboró en concordancia con el criterio evaluado.
- El método de evaluación, fueron las evidencias físicas y digitales de la documentación necesaria para la obtención del puntaje especificado para cada nivel, mejorando la ubicación de la entidad pública dentro de la gestión de mantenimiento a evaluarse.
- Niveles de referencia:
 - Deficiente (D): con una puntuación de cero si no cumple con las exigencias del criterio.
 - Poco satisfactorio (PS): con una puntuación de 0,35 si cumple con una parte de las exigencias.
 - Cuasi satisfactorio (CS): con una puntuación de 0,70 si cumple con casi todas las exigencias.
 - Satisfactorio (S): con una puntuación de uno si cumple con la totalidad de las exigencias.

Los niveles de referencia poseerán el puntaje completo si se cumplen con los niveles anteriores.

En la tabla 14-3 se muestra el modelo de la herramienta de evaluación con el criterio de Organización General del Mantenimiento con su subcriterio Políticas de Mantenimiento, en la cual se muestran los campos mencionados. Cabe mencionar que el mismo proceso se realizó para cada criterio y subcriterio.

El instrumento de evaluación completo se encuentra en el anexo B.

1. CRITERIO OM: Organización general del mantenimiento

1.1 OM1: Políticas de mantenimiento

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

Criterio de evaluación:	OM1: <i>Políticas de mantenimiento</i>		
Objetivo:	Establecer un compromiso por parte de todos los involucrados para impulsar la conservación de los equipos médicos e infraestructura a través del mantenimiento.		
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición de políticas de mantenimiento.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias del criterio	Puntuación	Valoración
Deficiente	No se dispone.	0	
Poco satisfactorio	Documento con la política de mantenimiento.	0,35	
Cuasi satisfactorio	Documento actualizado en los últimos 5 años	0,7	
Satisfactorio	Se está aplicando la política de mantenimiento.	1	
Comentario: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de todas las exigencias.			
Autores: Ing. Sergio Villacrés e Ing. Mayra Viscaíno			

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares

Realizado por: Viscaíno Mayra, Villacrés Sergio, Gallegos Cesar, 2018

3.1.4. Definición del umbral de desempeño

Para la evaluación final, se elaboró el umbral de desempeño donde se registraron los resultados obtenidos mediante el uso del instrumento, realizándose una comparación entre el Hospital Provincial General Docente Riobamba y el Hospital General Riobamba-IESS. (Ver tablas 15-3; 16-3)

Tabla 15-3: Umbral de desempeño - HGR-IESS

CRITERIOS	PESOS	SUBCRITERIOS	PESOS	NIVEL DE DESEMPEÑO								
				D		PS		CS		S		
OM	0,114	OM1	0,78	0	0	0,35	0,27	0,7	0,55	1	0,78	9,0
		OM2	0,22	0	0	0,35	0,08	0	0,00	0	0,00	
SUMA				0	0	0,35	0,35	0,54875	0,78	0,78		
RM	0,178	RM1	0,42	0	0	0,35	0,15	0,7	0,29	0	0,00	10,3
		RM2	0,43	0	0	0,35	0,15	0,7	0,30	1	0,43	
		RM3	0,15	0	0	0,35	0,05	0,7	0,10	1	0,15	
SUMA				0	0	0,35	0,35	0,7	0,58111	0,58111		
CE	0,104	CE1	0,77	0	0	0,35	0,27	0,7	0,54	1	0,77	10,4
		CE2	0,23	0	0	0,35	0,08	0,7	0,16	1	0,23	
SUMA				0	0	0,35	0,35	0,7	0,7	1		
PP	0,126	PP1.	0,10	0	0	0,35	0,04	0,7	0,07	1	0,10	1,3
		PP2	0,18	0	0	0,35	0,06	0,7	0,13	0	0,00	
		PP3	0,14	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
		PP4.	0,08	0	0	0,35	0,03	0,7	0,05	0	0,00	
		PP5	0,12	0	0	0,35	0,04	0	0,00	0	0,00	
		PP6	0,38	0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
SUMA				0	0	0,17	0,17	0,25	0,25	0		
MC	0,057	MC1	1	0	0	0,35	0,35	0	0,00	0	0,00	0,00
SUMA				0	0	0,35	0,35	0,00	0,00	0		
TC	0,251	TC1	0,48	0	0	0,35	0,17	0,7	0,33	1	0,48	25,1
		TC2	0,23	0	0	0,35	0,08	0,7	0,16	1	0,23	
		TC3	0,29	0	0	0,35	0,10	0,7	0,20	1	0,29	
SUMA				0	0	0,35	0,35	0,70	0,70	1,00		
MI	0,169	MI1	0,46	0	0	0,35	0,16	0,7	0,32	1	0,46	12,1
		MI2	0,26	0	0	0,35	0,09	0,7	0,18	1	0,26	
		MI3	0,28	0	0	0,35	0,10	0,7	0,20	0	0,00	
SUMA				0	0	0,35	0,35	0,70	0,70	0,72		
VALORES AL 100%				0	0	33	33	59	59	68	68	

D: Deficiente; **PS:** Poco Satisfactorio; **CS:** Cuasi Satisfactorio; **S:** Satisfactorio

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Tabla 16-3: Umbral de desempeño - HPGDR

Criterios	Pesos	Subcriterios	Pesos	Nivel de desempeño											
				D			PS			CS			S		
OM	0,114	OM1	0,78	0,00	0,00	0	0,35	0,27	4,00	0,70	0,55	8,00	1,00	0,78	8,95
		OM2	0,22	0,00	0,00		0,35	0,08		0,70	0,15		0,00	0,00	
		SUMA	0,00	0,00	0,00		SUMA	0,35		SUMA	0,70		SUMA	0,78	
RM	0,178	RM1	0,42	0,00	0,00	0	0,35	0,15	3,53	0,70	0,29	7,06	0,00	0,00	2,63
		RM2	0,43	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00		
		RM3	0,15	0,00	0,00		0,35	0,05		0,70	0,10		1,00	0,15	
SUMA	0,00	0,00	0,00	SUMA	0,20	SUMA	0,40	SUMA	0,15						
CE	0,104	CE1	0,77	0,00	0,00	0	0,35	0,27	3,65	0,70	0,54	7,29	0,00	0,00	2,39
		CE2	0,23	0,00	0,00		0,35	0,08		0,70	0,16		1,00	0,23	
		SUMA	0,00	0,00	0,00		SUMA	0,35		SUMA	0,70		SUMA	0,23	
PP	0,126	PP1.	0,10	0,00	0,00	0	0,35	0,04	0,78	0,70	0,07	1,56	1,00	0,10	1,26
		PP2	0,18	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00		
		PP3	0,14	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
		PP4.	0,08	0,00	0,00		0,35	0,03		0,70	0,05		0,00	0,00	
		PP5	0,12	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
		PP6	0,38	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
SUMA	0,00	0,00	0,00	SUMA	0,06	SUMA	0,12	SUMA	0,10						
MC	0,057	MC1	1	0,00	0,00	0	0,35	0,35	2,01	0,70	0,70	4,02	0,00	0,00	0,00
SUMA	0,00	SUMA	0,35	SUMA	0,70	SUMA	0,70	SUMA	0,00						
TC	0,251	TC1	0,48	0,00	0,00	0	0,35	0,17	8,78	0,70	0,33	17,56	0,00	0,00	13,08
		TC2	0,23	0,00	0,00		0,35	0,08		0,70	0,16		1,00	0,23	
		TC3	0,29	0,00	0,00		0,35	0,10		0,70	0,20		1,00	0,29	
SUMA	0,00	SUMA	0,35	SUMA	0,70	SUMA	0,70	SUMA	0,52						
MI	0,169	MI1	0,46	0,00	0,00	0	0,35	0,16	5,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		MI2	0,26	0,00	0,00		0,35	0,09		0,00	0,00		0,00	0,00	
		MI3	0,28	0,00	0,00		0,35	0,10		0,00	0,00		0,00	0,00	
SUMA	0,00	SUMA	0,35	SUMA	0,00	SUMA	0,00	SUMA	0,00						
VALORES AL 100%				0			28,67			45,49			28,32		

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

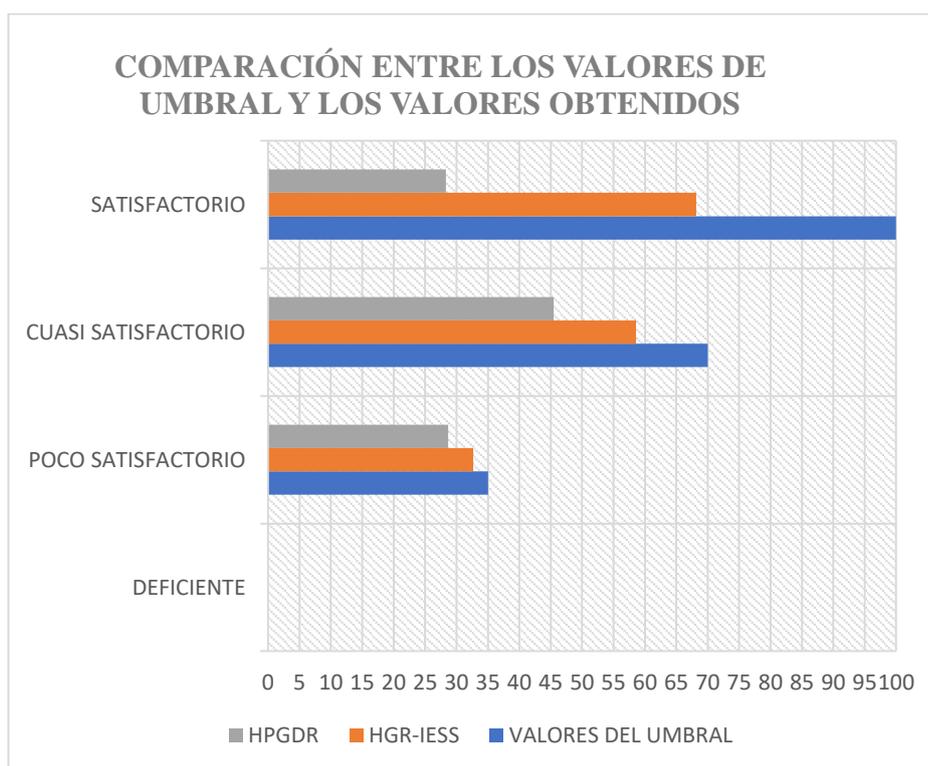
Con los valores obtenidos, se elaboró la tabla 17-3 que contiene una comparación entre los valores de umbral y los valores obtenidos de los dos hospitales, además se incluye la gráfica 1-3 para la interpretación.

Tabla 17-3: Tabla de comparación entre el HGR-IESS - HPGDR

Tabla de comparación			
	Valores del umbral	Valores obtenidos	
		HGR-IESS	HPGDR
Deficiente	0	0	0
Poco satisfactorio	35	32,69	28,67
Cuasi satisfactorio	70	58,60	45,49
Satisfactorio	100	68,17	28,32

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares
Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Gráfico 1-3: Comparación entre los valores del umbral y valores obtenidos del HGR-IESS - HPGDR



Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares
Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Mediante la comparación, se observó que el Hospital General Riobamba-IESS tiene un nivel satisfactorio dentro de los valores establecidos, frente al Hospital Provincial General Docente Riobamba que alcanzó un nivel poco satisfactorio.

3.1.5. Resultados de la evaluación entre el Hospital General Riobamba-IESS y Hospital Provincial General Docente Riobamba

En las tablas 18-3 se observa los valores alcanzados por cada criterio, de los cuales los que posean puntuaciones bajas serán tomados como puntos de mejora.

Tabla 18-3: Valores Finales de la Evaluación de Hospital General Riobamba (HGR-IESS)

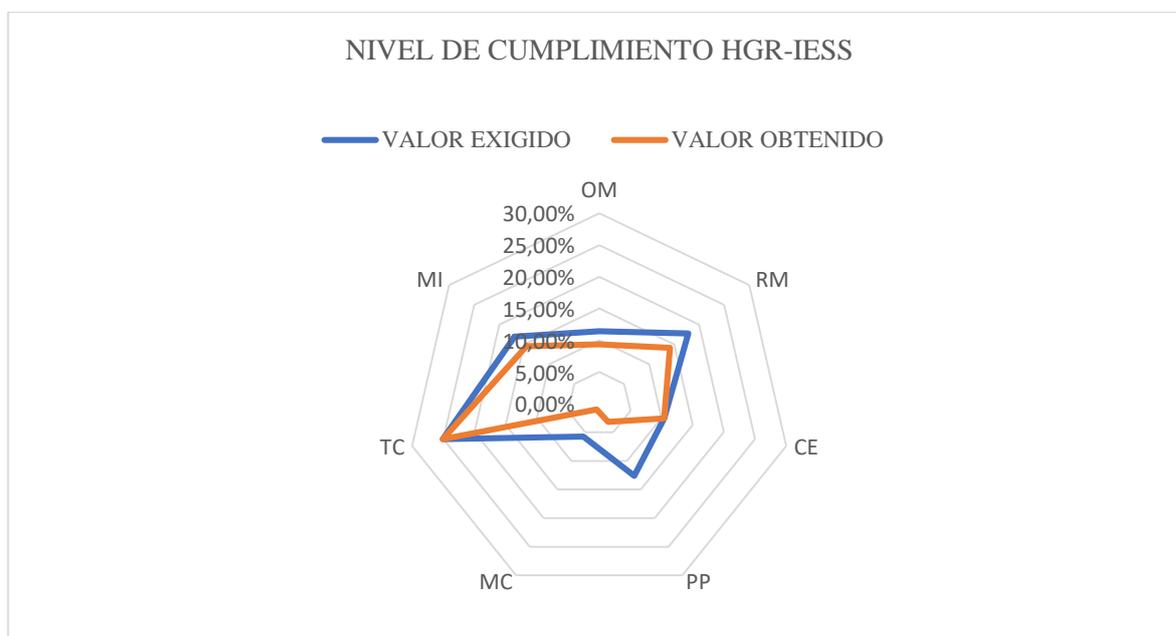
Criterios	Valor del peso (%)	D	PS	CS	S	Valor obtenido
		HGR-IESS	HGR-IESS	HGR-IESS	HGR-IESS	HGR-IESS
OM	11,42	0	4,00	6,27	8,95	9,38%
RM	17,80	0	6,23	12,46	10,34	14,16%
CE	10,42	0	3,65	7,29	10,42	10,42%
PP	12,61	0	2,10	3,17	1,26	3,19%
MC	5,74	0	2,01	0,00	0,00	0,98%
TC	25,09	0	8,78	17,56	25,09	25,09%
MI	16,93	0	5,92	11,85	12,11	14,57%
Total						77,78%

Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

A continuación, se presentan las gráficas 2-3, en la cual se observa el nivel de cumplimiento alcanzado por el Hospital General Riobamba.

Gráfico 2-3: Nivel de Cumplimiento HGR-IESS



Fuente: Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Se concluye que, en criterios como Organización General del Mantenimiento, Control Económico, y Tercerización del Mantenimiento, la entidad pública está cerca del estándar establecido.

Cabe resaltar, que el Hospital General Riobamba en el subcriterio de Herramienta informática para la gestión de mantenimiento, poseen sólo un registro de los trabajos de mantenimiento realizados, lo cual no aporta información necesaria para la gestión de mantenimiento, por lo tanto, mediante la implementación de un GMAO, se ayudará a subir el puntaje en este aspecto.

Mientras que, en Planificación, Programación y Control, hay deficiencias debido a que no poseen un plan de mantenimiento preventivo programado estructurado de una forma adecuada, por lo tanto, el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo de los equipos médicos del Hospital General Riobamba-IESS, mejorará la valoración de este punto.

Para el criterio de Mantenimiento Correctivo, se alcanzó un valor de poco satisfactorio debido a que sólo se realiza la reparación, sin un seguimiento de las causas de fallo, por lo tanto, a través de la elaboración, ejecución del plan de mantenimiento y emisión de órdenes de trabajo, se logrará mejorar este subcriterio.

3.2. Definición de estrategias de mantenimiento

3.2.1. Equipos

El Hospital General Riobamba-IESS cuenta con múltiples especialidades que brinda el servicio de salud al público en general.

Los equipos médicos de las áreas de Neonatología, Laboratorio Clínico y Cirugía fueron analizados en este proyecto.

3.2.1.1. *Neonatología:* esta área es una de las más críticas, porque trata con neonatos o recién nacidos, donde se les da las atenciones post parto y cuidados intensivos dependiendo del tipo de paciente y las condiciones en las que lleguen.

3.2.1.2. *Laboratorio Clínico:* consta de varias áreas las cuales son: Hormonas e Infecciosas, Microbiología, Hematología, Química Sanguínea, Uroanálisis y Colposcopia; en donde se realizan múltiples análisis mediante las muestras obtenidas del paciente, para el posterior resultado que indicará la presencia o ausencia de una enfermedad.

3.2.1.3. *Cirugía:* en esta área, se encargan de dar tratamiento post operatorio o albergan a personas que están próximas a ser intervenidas quirúrgicamente.

3.2.2. Inventario y Codificación

Los equipos de las áreas de Neonatología, Laboratorio Clínico y Cirugía se codificaron de acuerdo a la siguiente estructura:

Nivel 1: En este nivel esta la localización o ubicación. El cuerpo del código está estructurado de cinco caracteres alfanuméricos, de los cuales dos son letras y tres son números. (Ver tabla 19-3)

Tabla 19-3: Explicación del código del nivel 1

Código	Descripción
UM800	UM: Unidad Médica 800: Numeración a nivel nacional (Hospital General Riobamba)
UM704	UM: Unidad Médica 704: Numeración a nivel nacional (Hospital General Ambato)

Fuente: Autores

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Nivel 2: En este nivel se representa el área de la empresa u organización (hospital). El cuerpo del código está estructurado de cuatro caracteres alfanuméricos que son letras. (Ver tabla 20-3)

Tabla 20-3: Explicación del código del nivel 2

Código	Descripción
NEON	NEON: Neonatología
CIRU	CIRU: Cirugía
L-HI	L-HE: Laboratorio Clínico-Hormonas e Infecciosas

Fuente: Autores

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Nivel 3: En este nivel se representa el sistema o máquina. El cuerpo del código está estructurado por siete caracteres alfanuméricos, constando de tres letras, uno guión y tres números (Ver tabla 21-3).

Tabla 21-3: Explicación del código del nivel 3

Código	Descripción
NEO-034	NEO: Área a la que pertenece la máquina 034: Número secuencial
LHI-001	LHI: Área a la que pertenece la máquina 001: Número secuencial

Fuente: Autores

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Nivel 4: En este nivel se representa al equipo. El cuerpo del código está estructurado por cinco caracteres alfanuméricos entre ellos tres son letras y dos son números (Ver tabla 22-3).

Tabla 22-3: Explicación del código del nivel 4

Código	Descripción
HCR01	H: Equipo Hospitalario CR: Cuna de Calor Radiante 01: Código secuencial
HSM01	H: Equipo Hospitalario SM: Sistema para Inmunoquímica 01: Código secuencial

Fuente: Autores

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

En la tabla 23-3, se describen los códigos de los equipos de las áreas de Neonatología, Cirugía y Laboratorio Clínico

Tabla 23-3: Explicación del código del nivel 4

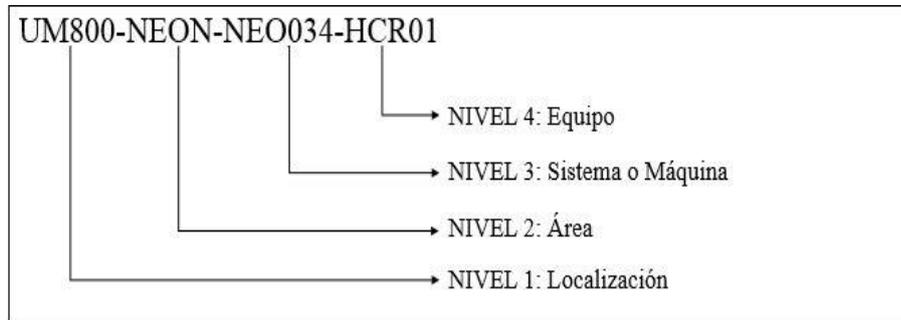
MI	Microscopio	CF	Campana de Flujo Laminar
IL	Incubadora de Laboratorio	IT	Incubadora de Transporte
IE	Incubadora Neonatal	BA	Balanza
DS	Desfibrilador	CA	Cama Eléctrica
CO	Cocineta	AU	Autoclave
RF	Refrigerador	LG	Lámpara cuello de ganso
LR	Laringoscopio	HE	Hemoteca
ET	Estufa de Calor Seco	AT	Agitador de Tubos
II	Incubadora de Identificación	GA	Gasómetro
RO	Rotador	DI	Dispensador de Líquidos
BÑ	Baño de agua de uso general	AP	Agitador de Placas
AS	Agitador de Sangre	MA	Máquina de Análisis Hematológico
AO	Agitador de Glóbulos Blancos	CH	Contador Hematológico
MC	Microcentrífuga	AE	Analizador de Electrolitos
MQ	Máquina de Agua Destilada	AR	Analizador Automático para Uroanálisis
MO	Monitor Multiparámetros	MV	Monitor de Signos Vitales
SD	Set de Diagnóstico	NG	Negatoscopio
BI	Bomba de Infusión	BS	Bomba de Succión
LE	Lámpara de Examen	TE	Tensiómetro
EF	Equipo de Fototerapia	CP	Centrífuga de Capilares
CN	Cuna Eléctrica	OX	Oxímetro de Pulso
CR	Cuna de Calor Radiante	VM	Ventilador Mecánico

Fuente: Autores

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

De forma conjunta, el código completo se indica en la figura 2-3:

Figura 2-3: Código completo



Fuente: Autores

Realizado por: Allauca, Cristian, Pilco, María, 2018

El inventario codificado, se encuentra en el anexo C.

3.2.3. *Ficha técnica*

Los campos que lleva una ficha técnica son: marca, modelo, número de serie y parámetros de operación, los cuales brindan información necesaria al personal que realizará las tareas de mantenimiento.

En la figura 3-2 y 4-2 se visualizan varios ejemplos de las fichas técnicas.

Figura 3-3: Ficha Técnica. Cuna de Calor Radiante

The technical data sheet for the COBAMS LERI C88SC radiant heat incubator includes the following information:

Marca	COBAMS
Modelo	LERI C88SC
No. Serie	007A14036
Seccion Hospitalaria	Neonatología
Centro de costo	0
Año de Fabricacion	0
Codigo Contable del Activo	

The form also includes two photographs:

- Foto del Equipo:** A photograph of the radiant heat incubator in a clinical setting.
- Foto Placa:** A photograph of the equipment's label, which contains the following technical specifications:
 - COBAMS srl Via Crotone 20
 - 40022 San Luca di Severa (BO) Italy
 - TEL. +39 051 6292202 FAX +39 052 6284162
 - MODEL Leri C88 SC REF 007a
 - SERIAL 007a14036
 - 120V~ FUSE 2x8A
 - 800 W 50/60 Hz

Fuente: SISMAC

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Figura 4-3: Ficha Técnica. Contador Hematológico

Marca	HORIBA MEDICAL
Modelo	ABX PENTRA XL 81
No. Serie	-
Seccion Hospitalaria	Laboratorio Clínico
Centro de costo	0
Año de Fabricacion	0
Codigo Contable del Activo	

Foto del Equipo	Foto Placa
	

Fuente: SISMAC
Realizado por: Allauca, Cristian, Pilco, María, 2018

En el anexo D, se hallarán las fichas técnicas de los equipos de las áreas restantes.

3.2.4. Análisis de Criticidad

Todas las especialidades dependen para sus tratamientos y diagnósticos de diferentes equipos médicos, los cuales, si presentaran un fallo causarían daños a la salud del paciente. Por lo tanto, para analizar la criticidad de los equipos de las áreas de Neonatología, Cirugía y Laboratorio Clínico; se usó una matriz de criticidad cualitativa.

Los criterios utilizados según la OMS fueron descritos en el capítulo II, en las tablas 3-2; 4-2; 5-2 y 6-2.

Si el número de gestión del equipo (GE) es mayor a 12, según la OMS es considerada crítico mientras si está por debajo de este valor el equipo no es crítico.

A continuación, se observa un ejemplo para el cálculo de la criticidad de una cuna de calor radiante. (Ver tabla 23-3).

La puntuación para cada criterio de acuerdo a los criterios mediante consulta al personal médico y mantenimiento del Hospital General Riobamba-IESS fue:

Tabla 23-3: Tabla de Criticidad

Nombre del activo:	Función del equipo	Riesgo físico asociado con la aplicación clínica	Requisitos de mantenimiento	Antecedentes de problemas del equipo
Cuna de Calor Radiante	10	5	5	0

Fuente: Introducción al Programa de Mantenimiento Preventivo de Equipos Médicos

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

- **Función del equipo:** Se eligió la valoración de 10 debido a que es un equipo de apoyo vital. Es decir, se encarga de precautelar la vida del neonato.
- **Riesgo físico asociado con la aplicación clínica:** Tiene el valor de cinco porque cualquier fallo asociado al equipo causa un riesgo potencial de muerte al paciente (neonato).
- **Requisitos de mantenimiento:** Obtuvo una puntuación de cinco porque necesita un mantenimiento que exige calibraciones y reemplazos periódicos.
- **Antecedentes de problemas del equipo:** Obtuvo un valor de cero debido a que tiene una probabilidad de fallo entre nueve y dieciocho meses.

Obtenidos estos valores se aplicó la fórmula del GE:

$$GE = 10 + 5 + 5 + 0 = 20$$

Por el valor obtenido, la OMS indica que el equipo es crítico.

La criticidad de los equipos restantes se muestra en el Anexo E.

3.2.5. Selección de la estrategia de mantenimiento

Según los criterios de la OMS, cuando el equipo alcanza un valor de GE de 12 o más, se recomienda realizara tareas preventivas; mientras que, si el GE es menor a 12, se ejecutara tareas correctivas. Por lo cual, la cuna de calor radiante tomada como ejemplo alcanzó una puntuación de 20, por lo que se escogió una estrategia de mantenimiento sistemático.

3.2.5.1. Modelo de mantenimiento

Una selección adecuada de la criticidad determina el modelo de mantenimiento a utilizar, tomando en cuenta la disponibilidad que se requiere del equipo. En Neonatología, los equipos presentes son críticos y poseen un uso intermitente, variando su valor entre el 40% y 90%, por lo

tanto, el modelo a utilizarse es para equipos de uso intermitente. A continuación, se muestra el modelo usado para cada sistema de la cuna de calor radiante. (Ver tabla 24-3)

Tabla 24-3: Modelo de mantenimiento

Código Equipo	Descripción Equipo	Criticidad	Disponibilidad		Modelo
UM800-NEON-NEO01-SI01	Sistema de calentamiento	Crítico	Media	50	Uso intermitente
UM800-NEON-NEO02-SI02	Sistema de control	Crítico	Media	50	Uso intermitente
UM800-NEON-NEO01-SI03	Plataforma y carcasa	Crítico	Media	50	Uso intermitente

Fuente: Autores

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

3.2.6. *Aplicación del RCM abreviado*

Para la aplicación de la metodología se definió anteriormente:

- Criticidad de los equipos
- Modelo de mantenimiento (estrategias).

3.2.6.1. *Descripción de fallos y modos de fallo*

Por medio de la descripción de los fallos se determinó si es funcional o técnico. Siendo las fuentes para la consulta bitácoras, experiencia y manuales. La determinación de fallo como funcional o técnico sirvió para clasificarlos en fallos a amortiguar o a evitar

El fallo funcional determina una acción que evite consecuencias posteriores. Mientras que, el fallo técnico selecciona una acción para amortiguar las consecuencias del fallo. Los modos de fallos son las posibles causas que producen un fallo, por lo tanto, se determinan tareas de mantenimiento para reducir o eliminarlos

En la tabla 25-3, se observa los fallos y sus modos de fallo para una cuna de calor radiante.

El análisis del RCM Abreviado de todos los equipos médicos se halla en el anexo F

Tabla 25-3: Modelo de mantenimiento

Máquina	Equipo	Fallo	Tipo de fallo	Modos de fallo	Clasificación	
Cuna de calor radiante	Sistema de Calentamiento	El sistema de calentamiento no calienta	Funcional	La niquelina esta quemada	A evitar	
				La placa electrónica esta quemada	A evitar	
	Sistema de control	El sistema de calentamiento no llega a la temperatura deseada	Técnico	Contactos flojos		Amortiguar
				El sensor de temperatura no mide la temperatura	Funcional	Los pines están flojos
	El cable está roto	A evitar				
	Sistema de control	Las alarmas de control no funcionan	Funcional	El sensor está desgastado	A evitar	
				Falta de calibración	A evitar	
	Plataforma y carcasa	La cuna no se mueve	Técnico	El sensor está dañado	A evitar	
				Los mecanismos de movimiento ascendente y descendente están obstruidos.	Amortiguar	
				Presencia de elementos contaminantes en las garruchas.	Amortiguar	
		Los bloques de las garruchas están atascados	Amortiguar			
Los soportes para equipos están flojos.	Técnico	Tornillos y acoples flojos	Amortiguar			

Fuente: Autores

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

3.3. Plan de mantenimiento

3.3.1. Tareas de mantenimiento

Las tareas de mantenimiento buscan reducir o eliminar los modos de fallo. En la tabla 26-3, se observan las tareas de mantenimiento obtenidas del análisis del RCM abreviado de un cuna de calor radiante con su respectiva frecuencia.

Tabla 26-3: Selección de tareas y frecuencias. Caso Aplicativo.

Equipo	Tarea	Frecuencia
Sistema de Calentamiento	Limpieza de contactos de la niquelina	Bimensual
	Medición del voltaje de entrada de la niquelina	Bimensual
	Limpieza de terminales de la placa electrónica	Bimensual
	Ajuste de terminales de la placa electrónica	Bimensual
	Medición de parámetros eléctricos de la placa electrónica	Bimensual
	Reparación de la placa electrónica	Bimensual
	Ajuste de contactos del sistema de calentamiento	Bimensual
Sistema de Control	Medición de continuidad entre pines	Bimensual
	Inspección visual de los pines	Bimensual
	Inspección visual del cable	Bimensual
	Medición de continuidad del cable del sensor	Bimensual
	Inspección visual del sensor	Bimensual
	Calibrar las alarmas	Bimensual
	Pruebas de funcionamiento de las alarmas	Bimensual
	Limpieza del sensor	Bimensual
	Inspección visual del sensor	Bimensual
	Cambio del sensor	Bimensual
Plataforma y Carcasa	Lubricación de los mecanismos	Bimensual
	Limpieza de los mecanismos de movimiento	Bimensual
	Limpieza de las garruchas	Bimensual
	Lubricación de las garruchas	Bimensual
	Inspección visual del estado de las garruchas	Bimensual
	Limpieza de los mecanismos de bloqueo	Bimensual
	Ajuste de tornillos de los acoples	Bimensual
	Limpieza de la carcasa	Bimensual
	Limpieza de la cuna	Bimensual

Fuente: RCM Abreviado

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Según la metodología utilizada, para el modelo de uso intermitente se tiene un banco de tareas. (Ver tabla 27-3)

Tabla 27-3: Tareas en función del Modelo de Mantenimiento

Tipos de tareas de mantenimiento	Modelos de mantenimiento a los que se puede aplicar este tipo de tarea			
	Correctivo	Bajo Uso	Intermitente	Uso Constante
1. Inspecciones visuales	Correctivo	Bajo Uso	Intermitente	Uso Constante
2. Tareas de lubricación	Correctivo	Bajo Uso	Intermitente	Uso Constante
3. Verificaciones en operación	Correctivo	Bajo Uso	Intermitente	Uso Constante
4. Inspecciones predictivas		Bajo Uso	Intermitente	Uso Constante
5. Limpiezas y ajustes por condición		Bajo Uso	Intermitente	Uso Constante
6. Limpiezas y ajustes sistemáticos		Bajo Uso	Intermitente	Uso Constante
7. Sustituciones de piezas			Intermitente	Uso Constante
8. Grandes revisiones				Uso Constante

Fuente: RCM Abreviado

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco Marfa, 2018

Para subir la información al sistema, se ordena las tareas expuestas en el cuadro, de la siguiente forma:

- | | |
|---|-----------------------------|
| A. Lubricación | B. Inspecciones Preventivas |
| C. Inspecciones Basadas en la Condición | D. Mantenimiento preventivo |
| E. Reemplazos | F. Reparaciones |

Los recursos que se necesitarán para la ejecución de las tareas propuestas en Neonatología, Laboratorio Clínico y Cirugía son descritas en la tabla 28-3.

3.3.1.1. Mano de obra

La especialidad del personal se definió de acuerdo con el tipo de tarea a ejecutarse. En el departamento de Servicios Generales del Hospital General Riobamba-IESS, existe personal encargado de tareas de mantenimiento de equipos de baja complejidad, en tanto que, el mantenimiento de equipo médico está a cargo de servicios externos.

3.3.1.2. Herramientas y Equipos

El uso adecuado de herramientas y equipos ayuda a la ejecución de las diferentes tareas de mantenimiento.

3.3.1.3. Materiales y repuestos

La adecuada descripción de la ficha técnica de los equipos sirvió como guía para seleccionar los repuestos necesarios. El uso de materiales varía de acuerdo con la tarea que se va a ejecutar como: franelas, aceites, limpia contactos, repuestos electrónicos, etc.

Tabla 28-3: Tareas en función del Modelo de Mantenimiento

Cuna de Calor Radiante					
Código	Tareas	Frecuencia (meses)	Materiales y Repuestos	Herramientas y Equipos	Personal
A1	Lubricación de los mecanismos de movimiento y garruchas	Dos	Aceite de uso hospitalario		Externa
B1	Inspección visual de los pines, cable, sensor y garruchas	Dos			Externa
B2	Pruebas de funcionamiento de las alarmas	Dos			Externa
C1	Medición del voltaje de entrada de la niquelina y placa electrónica, continuidad del cable del sensor de temperatura	Dos		Multímetro	Externa
D1	Limpieza de contactos de la niquelina, placa electrónica, cuna, carcasa, sensor, mecanismos de movimiento, garruchas y mecanismos de bloqueo	Dos	Líquido limpia contactos, toalla de limpieza	Destornillador estrella y plano	Externa
D2	Ajuste de contactos y terminales de la placa electrónica, y del sistema de calentamiento	Dos		Destornillador estrella y plano	Externa
D3	Calibrar las alarmas	Dos		Termocupla	Externa
D4	Ajuste de los tornillos de los acoples	Dos		Destornillador estrella y plano	Externa
E1	Cambio del sensor	Seis	Sensor de temperatura		

Fuente: RCM Abreviado

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

La asignación de tareas y logística de los equipos restantes se encuentran en el anexo G.

3.3.2. Procedimientos

Los procedimientos de las tareas de mantenimiento son usados para su correcta ejecución.

Nombre del equipo: Cuna de Calor Radiante

Figura 5-3: Cuna de Calor Radiante



Fuente: Allauca, Cristian, Pilco, María, 2018

Realizado por: Allauca, Cristian, Pilco, María, 2018

Descripción del equipo: Es un equipo médico que ayuda a compensar y mantener la temperatura del neonato entre 36 y 37 °C

A1. Lubricación de los mecanismos de movimiento y garruchas

1. Realizar una prueba de funcionamiento, con las garruchas observando que se muevan libremente sin ningún tipo de fricción, mientras que en los mecanismos de descenso y ascenso de igual manera no deben tener ninguna fricción ni ruido al moverse.
2. Limpieza de objetos atascados en los mecanismos y garruchas.
3. Observar los posibles puntos de lubricación en los mecanismos y garruchas.
4. Lubricar los mecanismos con lubricante WD 40 y para las garruchas se lubrica con aceite blanco de uso hospitalario.
5. Limpiamos el área donde lubricamos los elementos.
6. Realizamos una prueba final de funcionamiento para verificar que los mecanismos y garruchas funcionen sin fricción y sin ruido.

B1. Inspección visual de los puertos para accesorios, cable de alimentación, sensor de temperatura, flujómetro, placa electrónica, niquelina, cuna, carcasa, mecanismos y garruchas.

1. Colocarse los EPP's. (mascarilla, guantes y cofia)
2. Verificar que el equipo se encuentre desconectado a la alimentación eléctrica.
3. Para la inspección visual de:
 - 3.1. Garruchas y mecanismos
 - Inspeccionar la presencia de deterioro en el cuerpo de las ruedas y los mecanismos.
 - 3.2. Carcasa y cuna
 - Inspeccionar el estado físico de la carcasa y cuna
 - 3.3. Cable de alimentación
 - Revisar la integridad física del cable.
 - 3.4. Sensor de temperatura y puertos para accesorios
 - revisar la integridad física del sensor de temperatura y puertos para su conexión.
 - 3.5. Flujómetro
 - Inspeccionar el estado físico del cuerpo del flujómetro.
 - 3.6. Lámparas halógena y fototerapia
 - Inspeccionar el estado físico de las lámparas y sus protecciones.
 - 3.7. Batería
 - Desatornillar la tapa que protege a este elemento.
 - Inspeccionar el estado físico de la batería y sus conexiones.
 - 3.8. Placa electrónica y niquelina
 - Desatornillar la tapa que protege estos elementos.
 - Inspeccionar el estado de la placa electrónica en búsqueda de elementos quemados mientras que en la niquelina se va a observar la coloración de la niquelina.

B2. Pruebas de funcionamiento (alarmas, lámparas halógenas y fototerapia, sensor de temperatura, mecanismos de movimiento)

1. Colocarse los EPP's. (mascarilla, guantes y cofia)
2. Verificar que el equipo se encuentre conectado a la alimentación eléctrica.
3. Observar que todos los indicadores estén encendidos. (Indicador de conexión a red encendido mientras que el indicador de uso de batería este apagado.)
4. Desconectar a la red, para observar que el indicador de uso de batería se encienda.
5. Encender las lámparas halógenas, verificando que funcionen
6. Encender las lámparas de fototerapia, verificando que funcionen (observar su color azul).
7. Conectar el sensor de temperatura y una termocupla para observar que la temperatura que está registrando el sensor a través de la pantalla es la misma que se ve mediante el uso de la termocupla.
8. Verificar el encendido de las alarmas visuales y auditivas para temperatura máxima y mínima.
9. Verificar que el equipo realice los movimientos ascendente y descendente.
10. Para observar el funcionamiento del flujómetro se debe abrir y cerrar la válvula que posee, notando que el flujo de aire no sea acelerado ni lento.

C1. Medición de parámetros eléctricos (placa electrónica, niquelina, sensor de temperatura y batería)

Con el uso de un multímetro, se va a medir:

1. Sensor de temperatura:
 - Medir la continuidad del cable del sensor.
 - Placa electrónica y niquelina: desatornillar la tapa que protege a estos elementos.
 - Medir voltaje de entrada y salida en la placa electrónica
 - Medir el voltaje de entrada a la niquelina.
2. Batería:
 - Desatornillar la tapa protectora del sistema de control
 - Medir el voltaje entregado por la batería

D1. Limpieza externa e interna del equipo.

1. Verificar que el equipo se encuentre desconectado a la alimentación eléctrica.
2. Desatornillar la tapa protectora del sistema de calentamiento.
3. Limpieza de la placa electrónica
4. Limpieza de la niquelina. Tomar en cuenta que la niquelina este fría y que no se debe limpiar con ninguna grasa o aceite. Solamente se usa una toalla de limpieza y agua.
5. Aplicar limpia contactos en los terminales de la placa electrónica y niquelina si lo requiere.
6. Ajustar los contactos flojos en la placa electrónica y la niquelina.
7. Atornillamos la tapa protectora del sistema de calentamiento.
8. Desatornillar la tapa protectora del sistema de control.
9. Realizar la limpieza de la placa electrónica. Tomar en cuenta que no se debe tocar los integrados que se encuentran en la misma.
10. Aplicar limpia contactos en los terminales si lo requiere.
11. Atornillar la tapa de la placa electrónica del sistema de control.
12. Limpiar la cuna y la carcasa
13. Aplicar limpia contactos en el puerto de conexión de los accesorios como el sensor de temperatura, etc.
14. Limpiar las garruchas y los frenos (Observar que estos elementos se accionen de forma rápida y sin presencia de ruido).
15. Ajustar los tornillos de los acoples para accesorios.

D2. Calibración de alarmas

1. Conectar el equipo a la red eléctrica
2. Conectar el sensor de temperatura
3. Setear una temperatura superior e inferior mediante el teclado que se encuentra en el panel de control.
4. Verificar que se llega a la temperatura superior e inferior mediante la activación de las alarmas auditivas.
5. Verificar que, al llegar a la temperatura superior, el equipo reduzca la temperatura mientras que, al llegar a la temperatura inferior, el equipo debe compensar la pérdida de temperatura.

E1. Cambio del sensor de temperatura

1. Retirar el sensor de temperatura obsoleto.
2. Conectar el nuevo sensor de temperatura.
3. Probar el funcionamiento del sensor de temperatura.

F1. Reparación de la placa electrónica

1. Medir la resistencia de los elementos electrónicos presentes.
2. Cambiar los elementos electrónicos quemados si es posible.
3. Colocar la placa electrónica en su lugar de origen.
4. Realizar pruebas de funcionamiento.

3.3.3. *Elaboración de Rutinas de Mantenimiento*

Para equilibrar la carga de trabajo, se elaboró rutinas de mantenimiento, buscando tareas que posean la misma frecuencia. (Ver tabla 32-3)

Tabla 32-3: Rutinas de Mantenimiento

RUTINA DE CUNAS DE CALOR RADIANTE		
NÚMERO TOTAL DE EQUIPOS		5
Có d.	Descripción	Frecuencia
A1	Lubricación de los mecanismos de movimiento y garruchas	2 meses
B1	Inspección visual de los pines, cable, sensor y garruchas	2 meses
B2	Pruebas de funcionamiento de las alarmas	2 meses
C1	Medición del voltaje de entrada de la niquelina y placa electrónica, continuidad del sensor.	2 meses
D1	Limpieza de contactos de la niquelina, placa electrónica, cuna, carcasa, sensor, mecanismos de movimiento, garruchas y mecanismos de bloqueo	2 meses
D2	Ajuste de contactos y terminales de la placa electrónica, y del sistema de calentamiento	2 meses
D3	Calibrar las alarmas	2 meses
D5	Ajuste de los tornillos de los acoples	2 meses

Fuente: Autores Propios

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

3.4.Cronograma de mantenimiento

El cronograma de mantenimiento es el documento en el cual se visualizan las tareas, grupo de tareas, rutinas y rutas de las áreas hospitalarias en un espacio de tiempo.

En la figura 6-3 se visualiza un cronograma de mantenimiento.

Figura 6-3: Cuna de Calor Radiante

Sub ruta	Frc.	D/S	# Día	# Cuadr.	L 1	M 2	M 3	J 4	V 5	S 6	D 7	L 8	M 9	M 10	J 11	V 12	S 13	D 14	L 15	M 16	M 17	J 18	V 19	S 20	D 21	L 22	M 23	M 24	J 25	V 26	S 27	D 28
SUB RUTA DE LAB. CLÍNICO 1	26	S	2			■																										
SUB RUTA DE LAB. CLÍNICO 2	26	S	8									■																				
SUB RUTA DE LAB. CLÍNICO 3	26	S	15										■																			
SUB RUTA DE LAB. CLÍNICO 4	26	S	22																													
SUB RUTA UCI 1	26	S	1		■																											
SUB RUTA DE NEONATOLOGIA 1	26	S	4					■																								
SUB RUTA DE NEONATOLOGIA 2	26	S	10											■																		
SUB RUTA DE NEONATOLOGIA 3	26	S	17																													
SUB RUTA DE NEONATOLOGIA 4	26	S	24																													
SUB RUTA DE NEONATOLOGIA 5	26	S	12																													
SUB RUTA DE NEONATOLOGIA 6	26	S	19																													
SUB RUTA DE NEONATOLOGIA 7	26	S	26																													

Fuente: Autores Propios

Realizado por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

CAPÍTULO IV

4. IMPLEMENTACION DEL GMAO

El GMAO utilizado para el proyecto es SisMAC (Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador), el cual cuenta con varios usuarios a nivel nacional en múltiples campos de la industria.

4.1. Interfaz del Sistema

SisMAC es un programa informático de mantenimiento, que cuenta con una interfaz de sencillo manejo para cualquier usuario con previa capacitación. Cuenta con una plataforma en la red, se ingresa a través de la dirección electrónica: cloud.sismac.net, se registra el usuario y contraseña para ingresar al sistema; este programa incluye aplicaciones móviles. En la figura 1-4, en el lado izquierdo se muestra la pantalla de ingreso al sistema, en la derecha se ingresa el usuario y contraseña para tener acceso a los datos del sistema.

Figura 1-4: Pantalla de ingreso al sistema



Fuente: SisMAC

Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

En la figura 2-4, se indica la vista global del sistema, en la parte lateral izquierda del menú del sistema se identifican los módulos de infraestructura, fichas técnicas, mantenimiento, personal, activos, etc. En la sección central se presenta el árbol de activos de los diferentes niveles jerárquicos: localización, áreas o especialidades, sistemas o máquinas, equipos, etc; y en la parte inferior se hallan las herramientas de edición e ingreso de los sub módulos del sistema. Y en la parte lateral derecha se visualiza el logo de la entidad pública.

Figura 2-4: Vista global del sistema

UM800
HOSPITAL IESS RIOBAMBA
NIVEL II

Vista Global

- Infraestructura
- Fichas técnicas
- LBR
- Mantenimiento
- Inventarios
- Compras
- Activos
- Personal
- Multimedia
- Biblioteca
- Informes

UM800 HOSPITAL IESS RIOBAMBA NIV

ESPECIALIDADES <32>

CODIGO DE ITEM	DESCRIPCION DE ITEM
-BAJA	EQUIPOS DADOS DE BAJA RIOBAMBA
-BQ1	EDIFICIO DE HOSPITALIZACIÓN
-BQ2	EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN
-CEX	CONSULTA EXTERNA
-CIRU	CIRUJIA
-CLI	CLINICA
-COB	CENTRO OBSTETRICO
-COL	COLPOSCOPIA
-EME	EMERGENCIA
-EST	ESTERILIZACION
-GIN	GINECOLOGIA
-IMG	IMAGENOLOGIA
-L-HE	LABORATORIO CLÍNICO - HEMATOLOGÍA

Vista Global

IESS

Fuente: SisMAC

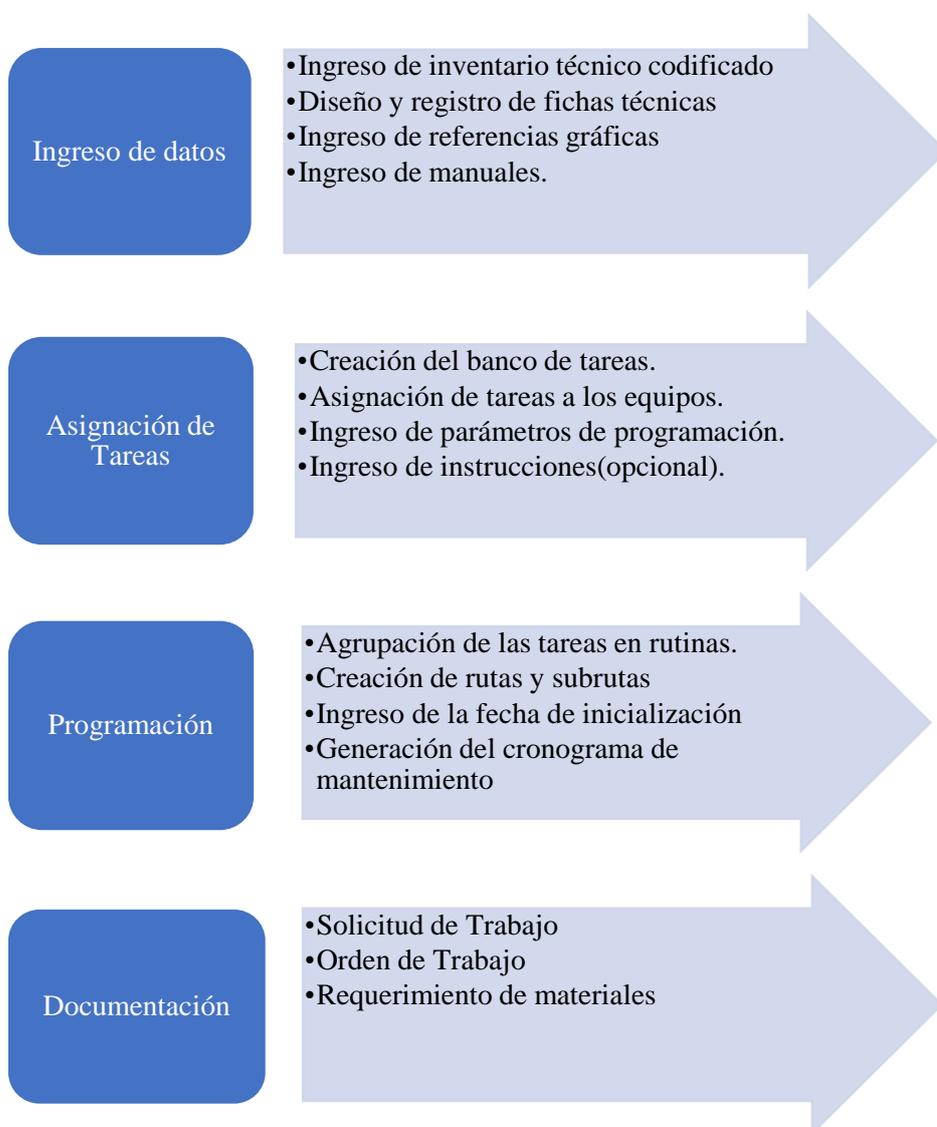
Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

4.2. Flujograma de trabajo de SisMAC

Para realizar la implementación del sistema, se elaboró un flujograma de trabajo, que consta de los siguientes pasos (ver figura 4-4):

- Ingreso de datos
- Asignación de tareas
- Programación
- Documentación

Figura 4-4: Flujograma de trabajo



Fuente: SisMAC

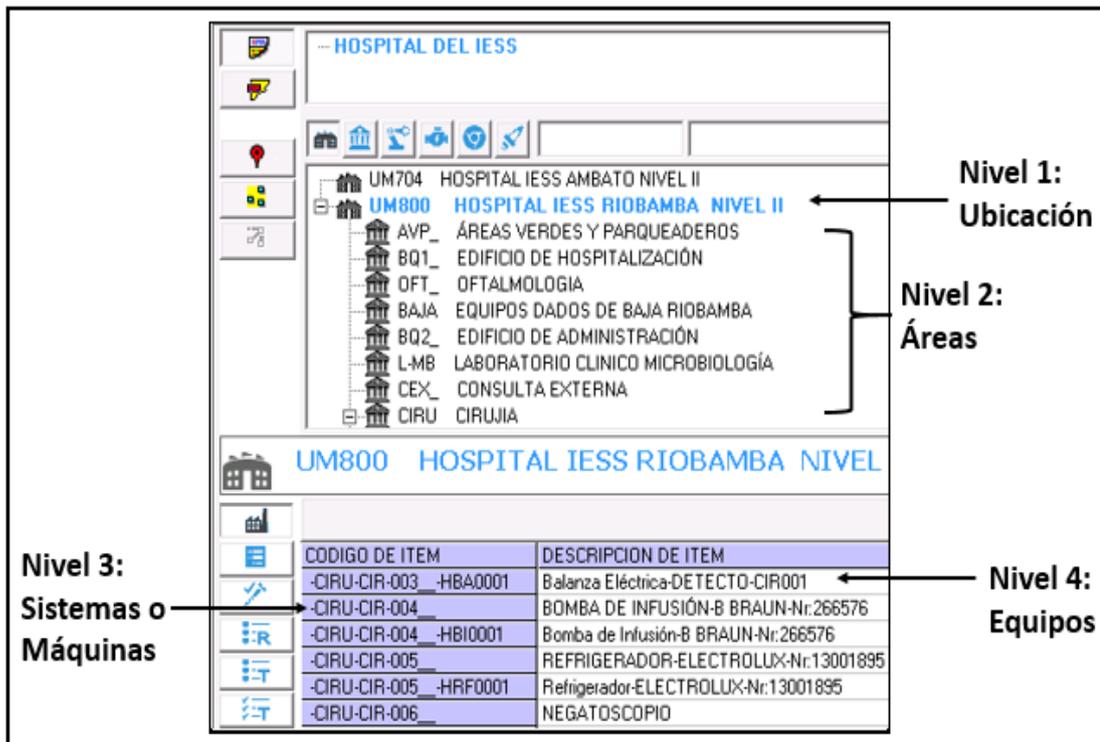
Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

4.3. Registro de datos en el sistema

Tener el inventario de los equipos médicos de las áreas de Neonatología, Cirugía y Laboratorio Clínico es importante, para su posterior migración al sistema, ayudando a llevar un control y planificación de su mantenimiento.

En la figura 5-4 se observa los niveles jerárquicos utilizados.

Figura 5-4: Descripción de los niveles jerárquicos



Fuente: SisMAC

Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

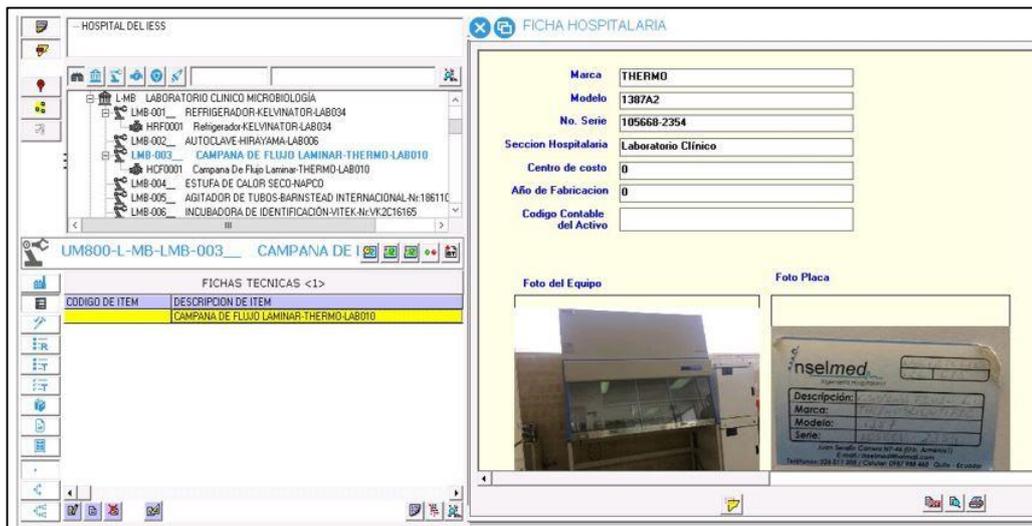
4.3.1. Fichas Técnicas

Las fichas técnicas se diseñan con varios campos como:

- Marca,
- Modelo,
- Parámetros de operación,
- Parámetros Eléctricos
- Número de serie, entre otros.

También, es posible incluir fotografías del equipo, como se muestra en la figura 6-4.

Figura 6-4: Descripción de los niveles jerárquicos

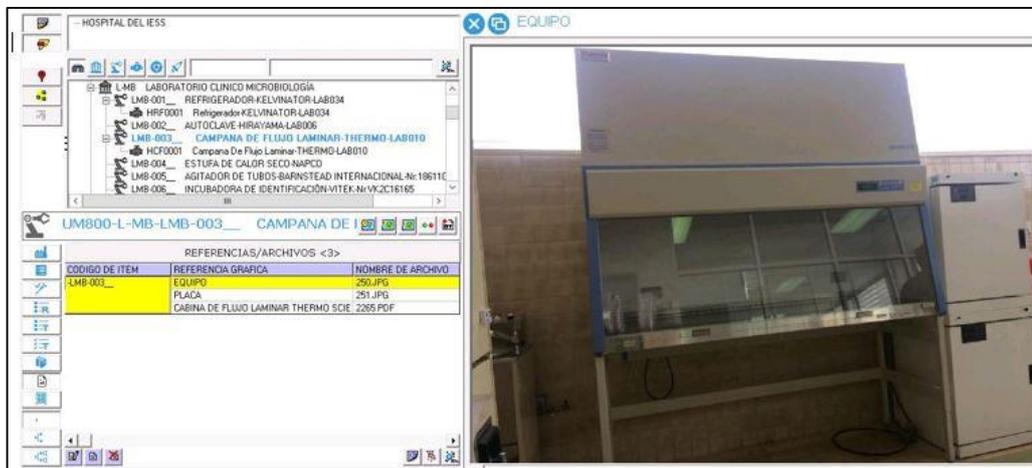


Fuente: SisMAC
 Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

4.3.2. Referencias Gráficas

SisMAC posee un módulo de referencias gráficas, que permite la vinculación de fotografías a los diferentes módulos del sistema (ver figura 7-4)

Figura 7-4: Descripción de los niveles jerárquicos

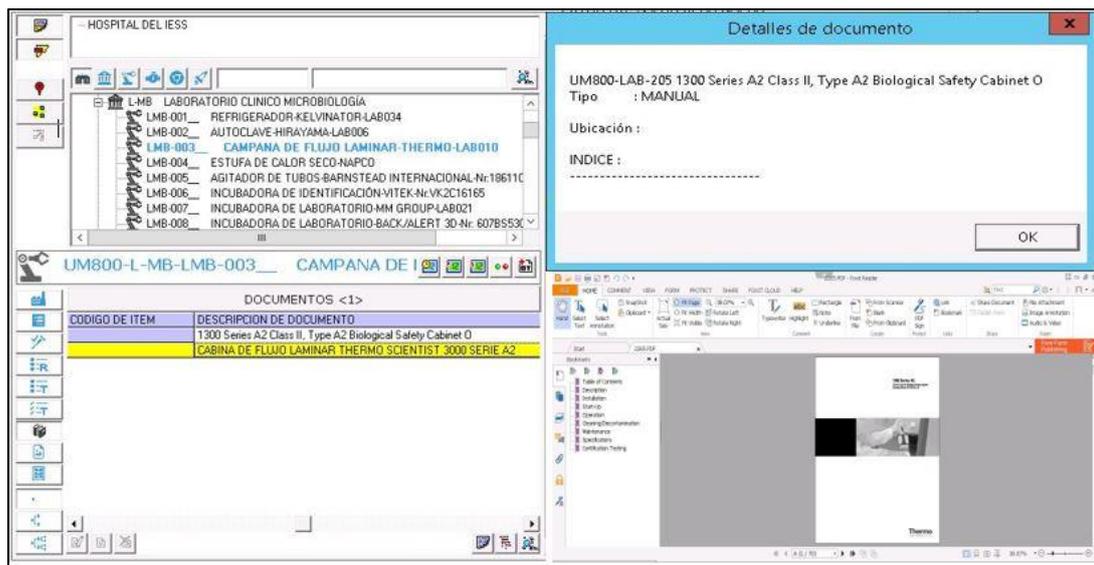


Fuente: SisMAC
 Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

4.3.3. Manuales

El módulo de documentación técnica permite crear ficheros para los manuales físicos y digitales (Ver figura 8-4).

Figura 8-4: Descripción de los niveles jerárquicos



Fuente: SisMAC

Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

4.4. Asignación de tareas de Mantenimiento

Registrados los datos de los equipos se asignan tareas, las cuales son agrupadas de acuerdo con su naturaleza (ver figura 9-4).

Figura 9-4: Clasificación y asignación de tareas

- A Lubricación /filtros
- B Inspecciones Prev.
- C Inspecciones Pred
- D Trabajos Prev.
- E Reemplazos
- F Reparaciones

Fuente: SisMAC

Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Para posteriormente asignarlas a los equipos, como se visualiza en el ejemplo de la figura 10-4.

Figura 10-4: Asignación de tareas

CODIGO DE ITEM	COD. T	DESCRIPCION DE TAREA
HCN0004	T:A001	Lubricación de garruchas
	T:B001	Prueba inicial de funcionamiento(Regulador de intensidad de luz)
	T:B002	Inspección del estado de las garruchas y frenos
	T:B003	Prueba final de funcionamiento
	T:C001	Inspección electrica del sistema de calentamiento
	T:D001	Limpieza de la cuna

Fuente: SisMAC

Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

En las tareas se llenan los campos: frecuencia, mano de obra, materiales, herramientas, tiempos, costos, etc; los cuales sirven para la programación del mantenimiento, como se presenta en la figura 11-4.

Figura 11-4: Parámetros de configuración de las tareas

Fuente: SisMAC
Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

4.5. Programación del Mantenimiento

Para la programación del mantenimiento se creó rutinas de mantenimiento, que agrupan una o varias tareas que posean la misma frecuencia. En la figura 12-4 se muestra los equipos y tareas asignadas a la rutina de 4 semanas del equipo médico del Hospital General Riobamba-IESS.

Figura 12-4: Rutinas de Mantenimiento

Rutinas	
UM800MTO	MTTO
CODIGO	DESCRIPCION
8	Mantenimiento de 2 semanas de equipo médico
9	Mantenimiento de 4 semanas de equipo médico
10	Mantenimiento de 8 semanas de equipo médico
11	Mantenimiento de 12 semanas de equipo médico
12	Mantenimiento de 16 semanas de equipo medico
13	Mantenimiento de 26 semanas de equipo medico

Fuente: SisMAC
Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

Finalmente, se crearon las rutas y subrutas de los equipos médicos, para la posterior programación de las fechas de inicio de ejecución de actividades. En la figura 13-4 se presenta el cronograma de mantenimiento.

Figura 13-4: Cronograma de Mantenimiento

Programación cíclica en sub rutas :																										
#Sr	Sub ruta	Frc.	D/S	# Día	# Cuadr.	L	M	M	J	V	S	S	L	M	M	J	V	S	S	L	M	M	J	V	S	S
1	SUB RUTA NEONATOLOGÍA 1	8	S	36																						
2	SUB RUTA NEONATOLOGÍA 2	8	S	43																						
3	SUB RUTA NEONATOLOGÍA 3	8	S	8																						
4	SUB RUTA NEONATOLOGÍA 4	8	S	15																						
5	SUB RUTA NEONATOLOGÍA 5	8	S	22																						
6	SUB RUTA UCI Y GINECOLOGÍA	8	S	1																						
7	SUB RUTA CIRUGÍA	8	S	38																						

Fuente: SisMAC

Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

4.6. Documentación de Mantenimiento

SisMAC genera varios documentos de mantenimiento. Por ejemplo, la orden de trabajo que se observa en la figura 14-4.

Figura 14-4: Orden de Trabajo

HOSPITAL DEL IESS		ORDEN DE TRABAJO		No. 27	
C.COSTO		INSTAL MANTE Y REPAR		FECHA PROG.	24/10/2018
UBICACION		UM800-CIRU-CIR-001_ MONITOR		FECHA INICIO	24/10/2018
SOLICITA		UM800MTOMT	EJECUTA	UM800MTOMT	PRVDR.
DESCRIPCION DEL TRABAJO		calibracion del Monitor			
DATOS ADICIONALES		El Cable de poder esta deteriorado			
TAREAS					
MATERIALES / REPUESTOS					
PERSONAL REQUERIDO					
OBSERVACIONES GENERALES		OBSERVACIONES SEGURIDAD			
Emita	24/10/2018	Aprueba		Cierra	
ALEJANDRO CHILUIZA					
RIO-010					

Fuente: SisMAC

Realizador por: Allauca Cristian, Pilco María, 2018

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se realizó la investigación de los fundamentos teóricos basados en documentación técnica como la UNE-EN 13306, 13460, documentos de la OMS referentes al mantenimiento; SAE JA 1011/1012; para el desarrollo de la metodología de la evaluación de la gestión del mantenimiento y desarrollo del plan de mantenimiento

La metodología AHP dio como resultado la herramienta para la evaluación de la gestión de mantenimiento, por la cual, el Hospital General Riobamba-IESS, obtuvo 77,78% que es un nivel cuasi satisfactorio, además se obtuvieron focos de mejoras criterios como: Planificación, Programación y Control con 3,19% con respecto a 12,61% sustentando la elaboración del plan de mantenimiento; mientras que en Mantenimiento Correctivo se alcanzó el 0,98% de 5,74% que será mejorado mediante el análisis del RCM abreviado.

Para realizar la definición de la estrategia de mantenimiento se realizó un análisis de criticidad basado en el documento de la OMS titulado “Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos” en donde se clasifica a los activos de acuerdo con criterios como: Función del equipo, Riesgo físico asociado con aplicación clínica, Requisitos de mantenimiento y Antecedentes de problemas del equipo; obteniéndose 108 equipos críticos para los cuales se seleccionó una estrategia sistemática con tareas preventivas y 76 equipos no críticos definiéndose una estrategia correctiva con actividades que se realizarán cuando ocurre un fallo.

Para elaborar el plan de mantenimiento de equipos médicos se inició con la actualización del inventario y codificación de las áreas de Neonatología, Laboratorio Clínico y Cirugía. Luego, se realizó el análisis del RCM abreviado en donde se investigaron las fallas, modos de fallos obteniéndose 1108 tareas con sus respectivas frecuencias. Finalmente se asignaron los recursos necesarios como: mano de obra, repuestos y materiales para su ejecución. La información obtenida de este proceso fue migrada a la base de datos del SisMAC, mejorando la gestión actual de mantenimiento del Hospital General Riobamba-IESS.

5.2. Recomendaciones

GMAO posee una aplicación móvil con una herramienta para identificación de código de barras, por lo que, para su rápida ubicación sería necesario el uso de código de barras en los equipos médicos presentes en el Hospital General Riobamba-IESS.

Se recomienda utilizar un código unificado para los equipos médicos, el cual será usado e identificado por el personal de mantenimiento y empresas externas, mismo que puede ser replicado a las entidades de salud a nivel nacional.

Se recomienda realizar capacitación sobre el GMAO implementado al personal externo, debido a que el 90% de los equipos de las áreas de Neonatología, Cirugía y Laboratorio Clínico están a cargo de contratistas.

Se recomienda realizar auditorías externas periódicamente para evaluar la gestión de mantenimiento del Hospital General Riobamba-IESS

Para una mayor efectividad en la gestión de logística se debería adecuar la información existente con respecto a repuestos, materiales y mano de obra mediante el uso de códigos unificados, de esta forma, se ayudaría al GMAO para la rápida asignación de recursos a las tareas.

Se recomienda que mediante el uso del GMAO se actualice el inventario periódicamente, dándose de baja a los equipos fuera de servicio.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, JOSÉ; et al.** "Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad". *Redalyc* [en línea], vol. 25, no. 1 (2010), pp. 15-26. [Consulta: 19 mayo 2018]. ISSN 0040-1706. DOI 10.1080/00401706.1996.10484424. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/482/48215094003>
- BALSA, JOSÉ ; & BROCAL, RICARDO.** *Los sistemas GMAO y SIG como herramienta para la gestión integrada en la administración local*. [en línea]. Valencia: s.n. [Consulta: 20 mayo 2018]. Disponible en: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icap/unpan045022.pdf>.
- CASTELLANOS, I.** Selección del tipo de mantenimiento a aplicar al equipamiento del Gran Hotel «Los Helechos». [En línea].(Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Central «Marta Abreu» de las Villas, Santa Clara, Cuba. 2009. pp. 14-21 [Consulta: 19 abril 2018]. Disponible en: <http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/6249/IhosdanyCastellanosLópez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- CONSUEGRA, O.** "Metodología AMFE como herramienta de gestión de riesgo en un hospital universitario. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración* [en línea], vol. XI, no. 20, pp. 37-50. Disponible en: http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/cuadernos_latinoamericanos_administracion/volumenXI_numero20_2015/05_Metodologia_Vol-X-Num-20.pdf.
- CRUZ, A.** *Gestión tecnológica hospitalaria: Un enfoque sistémico, Gestión tecnológica hospitalaria: Un enfoque sistémico*. Editorial, Universidad del Rosario. 2010 p. 292. [Consulta: 03 septiembre 2018].
- GARCÍA, S.** *Organización y gestión integral de mantenimiento*. [en línea]. S.l.: Ediciones Díaz de Santos, 2000a [Consulta: 17 mayo 2018]. ISBN 9788479785772. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=PUovBdLi-oMC&printsec=frontcover&dq=gestion+integral+de+mantenimiento&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEWj93uaWmI_eAhUowlkKHRlzBR4Q6AEIJjAA
- GARCÍA, S.** *La contratación del mantenimiento industrial: procesos de externalización, contratos y empresas de mantenimiento*. [en línea]. Ediciones Díaz de Santos. 2011b. [Consulta: 0000024 agosto 2018]. ISBN 8499690181. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=uHwbkryXvWAC&printsec=frontcover&dq=estrategias+de+mantenimiento+garcia+garrido&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEWjL6bnelpjeAhUxUt8KHWi0B0cQ6AEIKTAA#v=onepage&q&f=false>
- GUERRA, R; et al.** "Utilización del AMFE y el DFC para la Evaluación de los Riesgos". *V Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2011 May 16-21, 2011, Habana, Cuba*, pp. 499-502. DOI 10.1007/978-3-642-21198-0_128
- GOVINDARAJAN, R; et al.** "El análisis modal de fallos y efectos (AMFE) ayuda a aumentar la seguridad en radioterapia". *Revista de Calidad Asistencial* [en línea], vol. 22, no. 6, pp. 299-309. ISSN 18871364. DOI 10.1016/S1134-282X(07)71238-1. Disponible en:

<http://www.elsevier.es/es-revista-revista-calidad-asistencial-256-articulo-el-analisis-modal-fallos-efectos-13113631>

HARO, JOHANA. IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE LAS ÁREAS ELÉCTRICAS Y DEL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA MEDIANTE EL SOFTWARE SisMAC [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería de Mantenimiento. Riobamba, Ecuador. 2016, pp. 29-31[Consulta: 2018-06-15]. Disponible en : <http://dspace.espocho.edu.ec/handle/123456789/5901>

ISO 14224:2016. *Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural — Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.*

MALAGÓN, L; et al. *Administración Hospitalaria* [en línea]. Segunda Ed. Colombia, 2008. ISBN 9589181546. [Consulta: 25 agosto 2018]

MOUBRAY, J. *RCM II*. 2004. *Fistltri*. S.l.: s.n. ISBN 09539603-2-3.

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

OLIVEIRA, M; et al. "Gestión del mantenimiento en el sector eléctrico". Ingeniería Eléctrica[en línea]. 2011,pp. 122-130.Disponible en: http://www.ece.ufrgs.br/~gmasp/publicacoes/artigos/2011_arg.pdf

OMS, 2012a. *Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico.*

OMS, 2012b. *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos*

SAE JA1012:2002. *Una guía para la norma de mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Conceptos básicos.*

TRUJILLO, R. *Seguridad ocupacional (6a. ed.)* [en línea].Ecoe Ediciones. 2014[Consulta: 14 agosto 2018]. ISBN 9587710576. Disponible en: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Seguridad-Ocupacional-6ta-edici%C3%B3n.pdf>

UNE-EN 13306:2011. *Mantenimiento. Terminología del mantenimiento.*

UNE-EN 16646:2015. *Mantenimiento. Mantenimiento en la gestión de activos físicos.*

VISCAÍNO, M; et al. "Priorización de criterios para la evaluación de la gestión del mantenimiento en edificios multifamiliares. *Arquitectura y Urbanismo*". vol. XXXVIII, núm. 3, septiembre-diciembre, 2017, pp. 60-70. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría Ciudad de La Habana, Cuba. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376854676005>