



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“ELABORACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO  
MEDIANTE LA NORMA “EN 16646”, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA  
DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN LA UNIDAD  
ONCOLÓGICA SOLCA – CHIMBORAZO”**

**RAÚL VICENTE CAPELO GUIJARRO**

## **TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previa a la obtención del Título de:**

# **INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**RIOBAMBA – ECUADOR  
2017**

---

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

2016-05-13

Yo recomiendo que el trabajo de Titulación preparado por:

**CAPELO GUIJARRO RAÚL VICENTE**

---

Titulada:

**“ELABORACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO  
MEDIANTE LA NORMA “EN 16646”, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA  
DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN LA UNIDAD  
ONCOLÓGICA SOLCA – CHIMBORAZO”**

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

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

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

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Eduardo Segundo Hernández Dávila  
**DIRECTOR**

---

Ing. Mónica Alexandra Carrión Cevallos  
**ASESOR**

---

## **EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** CAPELO GUIJARRO RAÚL VICENTE

**TRABAJO DE TITULACIÓN:** “ELABORACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO MEDIANTE LA NORMA “EN 16646”, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EN LA UNIDAD ONCOLÓGICA SOLCA – CHIMBORAZO”

**Fecha de Examinación:** 2017-01-18

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

| <b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>  | <b>APRUEBA</b> | <b>NO<br/>APRUEBA</b> | <b>FIRMA</b> |
|---|----------------|-----------------------|--------------|
| Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos<br><b>PRESIDENTE TRIB.DEFENSA</b> |                |                       |              |
| Ing. Eduardo Segundo Hernández Dávila<br><b>DIRECTOR</b>                  |                |                       |              |
| Ing. Mónica Alexandra Carrión Cevallos<br><b>ASESOR</b>                   |                |                       |              |

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

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

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

---

Ing. Marco Heriberto Santillán Gallegos  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**Capelo Guijarro Raúl Vicente**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Raúl Vicente Capelo Guijarro, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos y normas constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

**Capelo Guijarro Raúl Vicente**  
Cédula de Identidad: 060409916-8

## **DEDICATORIA**

A mi madre; Aida Margoth Guijarro Medina, por su amor, comprensión y apoyo incondicional en todo momento, en las buenas y en las malas, siendo una madre ejemplar, supo guiarme por el camino del éxito.

**Capelo Guijarro Raúl Vicente.**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la vida y la salud, para seguir superándome día tras día, para un futuro ponerme al servicio de la sociedad.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, especialmente a la carrera de Ingeniería de Mantenimiento, por haberme transmitido y enriquecido con conocimientos y enseñanzas, para ser un profesional de calidad y excelencia.

Al Personal que labora en la Unidad Oncológica SOLCA - Chimborazo, en especial al Ing. Bolívar Burbano por haberme apoyado en la realización de la propuesta tecnológica, facilitando toda la información posible.

Mi más sincero agradecimiento al Ing. Eduardo Hernández y a la Ing. Mónica Carrión, por su gran ayuda y colaboración durante el desarrollo del presente trabajo.

**Capelo Guijarro Raúl Vicente.**

## CONTENIDO

Pág.

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| <b>1.</b> | <b>GENERALIDADES DEL HOSPITAL ONCOLÓGICO SOLCA DE CHIMBORAZO</b>                               |    |
| 1.1       | Introducción.....  | 1  |
| 1.2       | Antecedentes.....  | 2  |
| 1.3       | Justificación.....   | 3  |
| 1.4       | Objetivos.....   | 4  |
| 1.4.1     | <i>Objetivo general.</i> ....  | 4  |
| 1.4.2     | <i>Objetivos específicos:</i> .....  | 4  |
| <b>2.</b> | <b>MARCO REFERENCIAL</b>   |    |
| 2.1       | Gestión del mantenimiento.....   | 5  |
| 2.1.1     | <i>Las diez mejores prácticas de la gestión del mantenimiento.</i> .....                       | 6  |
| 2.2       | Gestión de activos.....  | 7  |
| 2.2.1     | <i>Evolución del mantenimiento a la gestión de activos físicos</i> .....                       | 8  |
| 2.2.2     | <i>Sistemas de gestión de activos</i> .....  | 9  |
| 2.3       | Mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos.....                                     | 10 |
| 2.3.1     | <i>Activo físico</i> .....   | 11 |
| 2.3.2     | <i>Ciclo de vida</i> .....   | 11 |
| 2.4       | Interrelación entre organización, gestión de activos físicos y gestión del mantenimiento ..... | 13 |
| 2.4.1     | <i>La influencia de la organización en los niveles de activos</i> .....                        | 15 |
| 2.5       | Procesos de gestión de los activos físicos y etapas del ciclo de vida .....                    | 16 |
| 2.5.1     | <i>Relación entre el mantenimiento y procesos a nivel de sistemas de activos</i> ....          | 17 |
| 2.6       | Auditoría interna de la gestión del mantenimiento.....   | 18 |
| 2.6.1     | <i>Evidencia de la auditoría</i> .....   | 20 |
| 2.6.2     | <i>Criterios de auditoría</i> .....  | 20 |
| 2.6.3     | <i>Hallazgo de la auditoría</i> .....  | 20 |
| 2.6.4     | <i>Conclusiones de una auditoría</i> .....   | 21 |
| 2.6.5     | <i>Indicadores claves de rendimiento del mantenimiento.</i> .....                              | 21 |
| <b>3.</b> | <b>EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA UNIDAD ONCOLÓGICA SOLCA - CHIMBORAZO</b>   |    |
| 3.1       | Características de la macro y micro localización de la Unidad Oncológica SOLCA .....           | 22 |
| 3.1.1     | <i>Macro localización.</i> .....   | 22 |
| 3.1.2     | <i>Micro localización.</i> .....   | 22 |
| 3.1.3     | <i>Filosofía institucional.</i> .....  | 23 |
| 3.1.3.1   | <i>Misión.</i> .....   | 23 |
| 3.1.3.2   | <i>Visión.</i> .....   | 24 |
| 3.1.3.3   | <i>Objetivos Institucionales.</i> .....  | 24 |
| 3.1.3.4   | <i>Servicios del Hospital Dr. Fausto Andrade Yáñez.</i> .....                                  | 25 |
| 3.1.3.5   | <i>Valores de la Unidad Oncológica SOLCA - Chimborazo.</i> .....                               | 25 |
| 3.1.3.6   | <i>Principios Institucionales</i> .....  | 26 |
| 3.1.4     | <i>Organización administrativa de SOLCA de Chimborazo.</i> .....                               | 26 |
| 3.1.5     | <i>Maquinaria de la Unidad Oncológica SOLCA-Chimborazo.</i> .....                              | 28 |
| 3.2       | Análisis de la situación actual del mantenimiento.....   | 29 |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| 3.3       | Proceso para la gestión de un programa de auditoría .....  | 31  |
| 3.3.1     | <i>Objetivos de la auditoría.</i> .....  | 31  |
| 3.3.2     | <i>Programa de auditoría.</i> .....  | 31  |
| 3.3.3     | <i>Ejecución del programa de auditoría.</i> .....  | 33  |
| 3.3.3.1   | <i>Evaluación y cualificación de la gestión del personal y subcontractados.</i> .....  | 33  |
| 3.3.3.2   | <i>Evaluación y cualificación de la programación y planificación de trabajos.</i> ...  | 37  |
| 3.3.3.3   | <i>Evaluación y cualificación de la gestión de activos y recambios.</i> .....  | 39  |
| 3.3.3.4   | <i>Evaluación y cualificación de los costes y compras.</i> .....   | 42  |
| 3.3.3.5   | <i>Evaluación y cualificación del mantenimiento.</i> .....   | 44  |
| 3.3.3.6   | <i>Evaluación y cualificación de la documentación.</i> .....   | 50  |
| 3.3.3.7   | <i>Evaluación y cualificación de la mejora continua.</i> .....   | 51  |
| 3.3.3.8   | <i>Evaluación y cualificación de la seguridad.</i> .....   | 57  |
| 3.3.4     | <i>Resumen de los criterios auditadas.</i> .....   | 57  |
| 3.3.5     | <i>Resumen de los hallazgos de la auditoría.</i> .....   | 58  |
| 3.3.6     | <i>Conclusiones de la auditoría.</i> .....   | 61  |
| <b>4.</b> | <b>PROPUESTA TECNOLÓGICA</b>   |     |
| 4.1       | Introducción.....  | 62  |
| 4.2       | Desarrollo del plan de acción para las no conformidades. ....  | 62  |
| 4.2.1     | <i>Gestión del personal y subcontractados.</i> .....   | 63  |
| 4.2.1.1   | <i>Puesto de trabajo.</i> .....  | 63  |
| 4.2.1.2   | <i>Empresa subcontractada.</i> .....   | 63  |
| 4.2.2     | <i>Programación y planificación de los trabajos.</i> .....   | 66  |
| 4.2.2.1   | <i>Orden de trabajo.</i> .....   | 66  |
| 4.2.3     | <i>Gestión de activos y recambios.</i> .....   | 66  |
| 4.2.3.1   | <i>Generalidades de la gestión de activos y recambios.</i> .....   | 66  |
| 4.2.3.2   | <i>Gestión del mantenimiento asistida por ordenador.</i> .....   | 74  |
| 4.2.3.3   | <i>Recambios.</i> .....  | 74  |
| 4.2.4     | <i>Costes y compras</i> .....  | 75  |
| 4.2.4.1   | <i>Costes.</i> .....   | 75  |
| 4.2.5     | <i>Mantenimiento</i> .....   | 80  |
| 4.2.5.1   | <i>Generalidades del mantenimiento.</i> .....  | 80  |
| 4.2.5.2   | <i>Estrategia de mantenimiento.</i> .....  | 82  |
| 4.2.5.3   | <i>Mantenimiento de primera línea.</i> .....   | 84  |
| 4.2.5.4   | <i>Mantenimiento en la recepción y aceptación de la instalación.</i> .....   | 85  |
| 4.2.5.5   | <i>Métodos y rutinas de mantenimiento.</i> .....   | 88  |
| 4.2.5.6   | <i>Mantenimiento en el diseño. Diseño para la mantenibilidad.</i> .....  | 90  |
| 4.2.6     | <i>Documentación</i> .....   | 92  |
| 4.2.6.1   | <i>Documentación.</i> .....  | 92  |
| 4.2.7     | <i>Mejora continua</i> .....   | 94  |
| 4.2.7.1   | <i>Generalidades de la mejora continua.</i> .....  | 94  |
| 4.2.7.2   | <i>Benchmarking.</i> .....   | 95  |
| 4.2.7.3   | <i>Indicadores de gestión (Kpi's key perfomance indicators).</i> .....   | 97  |
| 4.2.7.4   | <i>Grupos de mejora multidepartamentales.</i> .....  | 100 |
| 4.2.7.5   | <i>Análisis de modos y efectos de fallo.</i> .....   | 100 |
| 4.3       | Estructura del modelo de gestión del mantenimiento mediante la gestión de activos físicos y el plan estratégico de la organización ..... | 106 |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>  |     |
| 5.1       | Conclusiones.....  | 110 |

|     |                       |     |
|-----|-----------------------|-----|
| 5.2 | Recomendaciones ..... | 110 |
|-----|-----------------------|-----|

## LISTA DE TABLAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| 1. Maquinaria de la Institución .....  | 28          |
| 2. Ponderación de los criterios auditados.....                                     | 32          |
| 3. Identificación y caracterización del departamento de mantenimiento.....         | 33          |
| 4. Evaluación del puesto de trabajo .....  | 34          |
| 5. Evaluación de los objetivos .....   | 35          |
| 6. Evaluación de la motivación.....  | 35          |
| 7. Evaluación de la empresa subcontratada .....                                    | 36          |
| 8. Evaluación de generalidades de la programación y planificación de trabajos ...  | 37          |
| 9. Evaluación de la orden de trabajo .....   | 38          |
| 10. Evaluación de las generalidades de la gestión de activos y recambios .....     | 39          |
| 11. Evaluación del GMAO .....  | 40          |
| 12. Evaluación de la renovación de instalaciones.....                              | 41          |
| 13. Evaluación de los recambios.....   | 42          |
| 14. Evaluación de los costes .....   | 43          |
| 15. Evaluación compras .....   | 44          |
| 16. Evaluación de las generalidades del mantenimiento .....                        | 45          |
| 17. Evaluación de las estrategias del mantenimiento .....                          | 46          |
| 18. Evaluación del mantenimiento de primera línea.....                             | 47          |
| 19. Evaluación del mantenimiento en la recepción y aceptación de la instalación .. | 48          |
| 20. Evaluación de los métodos y rutinas de mantenimiento.....                      | 49          |
| 21. Evaluación del mantenimiento en el diseño .....                                | 50          |
| 22. Evaluación de la documentación .....   | 51          |
| 23. Evaluación sobre generalidades de la mejora continua .....                     | 52          |
| 24. Cualificación de benchmarking .....  | 53          |
| 25. Evaluación de los indicadores de gestión .....                                 | 54          |
| 26. Evaluación de los grupos de mejora multidepartamentales.....                   | 55          |
| 27. Evaluación del control de rendimiento .....                                    | 55          |
| 28. Evaluación del análisis de modos y efectos de fallo.....                       | 56          |
| 29. Evaluación de la seguridad .....   | 57          |
| 30. Resumen de la auditoría.....   | 58          |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 31. | Hallazgos de la auditoría.....   | 59  |
| 32. | Matriz de criticidad.....  | 68  |
| 33. | Formato de ficha técnica de activos físicos .....                            | 70  |
| 34. | Indicador económico E1 .....   | 78  |
| 35. | Indicador económico E15 .....  | 79  |
| 36. | Indicador económico E16 .....  | 79  |
| 37. | Objetivos institucionales y objetivos del departamento de mantenimiento..... | 84  |
| 38. | Indicador de cumplimiento check list.....                                    | 84  |
| 39. | Ejemplos de codificación.....  | 93  |
| 40. | Indicador de disponibilidad .....  | 96  |
| 41. | Indicador TMEF .....   | 97  |
| 42. | Indicador MTTR .....   | 98  |
| 43. | Indicador de cumplimiento del MP .....                                       | 99  |
| 44. | Subniveles de prioridad del AMEF .....                                       | 104 |

## LISTA DE FIGURAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| 1. Integración para la gestión de activos físicos .....  | 10          |
| 2. Partes interesadas .....  | 11          |
| 3. Etapas del ciclo de vida de los activos.....  | 12          |
| 4. Interrelación entre organización, gestión de activos físicos y gestión del<br>mantenimiento ..... | 14          |
| 5. Procesos de mantenimiento y procesos del sistema de gestión de los activos<br>físicos .....       | 17          |
| 6. Relación entre mantenimiento y procesos a nivel de activos y sistemas de<br>activos. ....         | 18          |
| 7. Macro localización de SOLCA – Chimborazo. ....  | 22          |
| 8. Micro localización SOLCA – Chimborazo .....   | 23          |
| 9. Edificio estructural de SOLCA - Chimborazo.....   | 23          |
| 10. Organigrama estructural de la Unidad Oncológica SOLCA - Chimborazo .....                         | 27          |
| 11. Diagrama estructural del departamento de mantenimiento de SOLCA –<br>Chimborazo.....             | 28          |
| 12. Planificación y ejecución de la auditoría .....  | 30          |
| 13. Cualificación del puesto de trabajo.....   | 34          |
| 14. Cualificación de los objetivos.....  | 35          |
| 15. Cualificación de la motivación .....   | 36          |
| 16. Cualificación de la empresa subcontratada.....   | 36          |
| 17. Cualificación de las generalidades de la programación y planificación .....                      | 37          |
| 18. Cualificación de la orden de trabajo .....   | 38          |
| 19. Cualificación de las generalidades de la gestión de activos y recambios.....                     | 39          |
| 20. Cualificación del GMAO .....   | 40          |
| 21. Cualificación de la renovación de instalaciones .....  | 41          |
| 22. Cualificación de los recambios .....   | 42          |
| 23. Cualificación de los costes.....   | 43          |
| 24. Cualificación de compras.....  | 44          |
| 25. Cualificación de las generalidades del mantenimiento.....  | 45          |
| 26. Cualificación de la estrategia de mantenimiento .....  | 46          |
| 27. Cualificación del mantenimiento de primera línea .....   | 47          |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 28. | Cualificación del mantenimiento en la recepción y aceptación de la instalación ..... | 48  |
| 29. | Cualificación de los métodos y rutinas de mantenimiento .....                        | 49  |
| 30. | Cualificación del mantenimiento en el diseño .....                                   | 50  |
| 31. | Cualificación de la documentación .....  | 51  |
| 32. | Cualificación sobre generalidades de la mejora continua.....                         | 52  |
| 33. | Cualificación del benchmarking .....   | 53  |
| 34. | Cualificación de los indicadores de gestión.....                                     | 54  |
| 35. | Cualificación de los equipos de mejora multidepartamentales.....                     | 55  |
| 36. | Cualificación del control de rendimiento.....  | 56  |
| 37. | Cualificación del análisis de modos y efectos de fallo .....                         | 56  |
| 38. | Cualificación de la seguridad.....   | 57  |
| 39. | Cualificación de la auditoría .....  | 58  |
| 40. | Procedimiento de tercerización del mantenimiento .....                               | 64  |
| 41. | Flujograma de criticidad .....   | 69  |
| 42. | Jerarquía de activos físicos .....   | 71  |
| 43. | Procedimiento de retiro de activos.....  | 72  |
| 44. | Procedimiento de recambio .....  | 75  |
| 45. | LCC y fase del ciclo de vida .....   | 76  |
| 46. | Procedimiento de adquisición e instalación de activos.....                           | 85  |
| 47. | Procedimiento de modificación de equipos/instalaciones .....                         | 91  |
| 48. | Taxonomía de codificación.....   | 92  |
| 49. | Presentación de KPI creciente .....  | 95  |
| 50. | Presentación del KPI decreciente .....   | 95  |
| 51. | Secuencia del AMEF .....   | 102 |
| 52. | Estructura del modelo de gestión del mantenimiento.....                              | 107 |

## **LISTA DE ABREVIACIONES**

|       |  |
|-------|--|
| UOSCH | Unidad Oncológica SOLCA de Chimborazo            |
| AC    | Análisis de criticidad                           |
| LCC   | Costo del ciclo de vida                          |
| DMTTO | Departamento de mantenimiento                    |
| ST    | Solicitud de trabajo                             |
| SR    | Solicitud de repuesto                            |
| OC    | Orden de compra                                  |
| OT    | Orden de trabajo                                 |
| KPI   | Indicadores claves de desempeño                  |
| GAF   | Gestión de activos físicos                       |
| MP    | Mantenimiento preventivo                         |
| RCM   | Mantenimiento basado en la confiabilidad         |
| AMEF  | Análisis de modos y efectos de fallo             |
| GMAO  | Gestión del mantenimiento asistida por ordenador |

## **LISTA DE ANEXOS**

- A. Cuestionario de la auditoría.
- B. Guía de contratos de mantenimiento.
- C. Orden de trabajo.
- D. Check list diurno y nocturno
- E. Formato del AMEF.
- F. Diagrama de evaluación de tareas.

## RESUMEN

La presente propuesta tecnológica, tiene como objetivo elaborar un modelo de gestión del mantenimiento basada en la norma “EN 16646”, para incrementar la eficiencia del departamento de mantenimiento de SOLCA-Chimborazo. Mediante un modelo de auditoría cuantitativa, conteniendo aspectos que involucran a la norma utilizada, tales como; procesos de gestión y de apoyo para todas las etapas del ciclo de vida, sistema de indicadores claves de desempeño, políticas, estrategias y objetivos a nivel de activos físicos, se logró establecer los criterios pertinentes a la organización del departamento en materia de gestión del mantenimiento y gestión de activos físicos, luego de una planificación se realizó el proceso de evaluación, comparando las evidencias con los aspectos individuales de cada criterio, para revelar los hallazgos de la auditoría sobre la situación actual del desarrollo del mantenimiento y su forma de gestionar, encontrándose muchas oportunidades de mejora, las cuales se solventan en el plan de acción todas las que tienen una cualificación poco aceptable y no aceptable, contribuyendo al desarrollo del modelo de gestión, extraída de la norma, como una estructura de interacción entre el mantenimiento y el plan estratégico Institucional. Los resultados obtenidos revelan un sistema de gestión del mantenimiento sistemático e iterativo de mejora continua, caracterizado por abordar procesos de gestión, apoyo y control que optimicen el ciclo de vida de los activos físicos. Se recomienda implementar la propuesta, que ayuden a tomar decisiones y a estructurar un plan efectivo de mantenimiento preventivo, cumpliendo con las actividades, procedimientos y logística justo a tiempo.

**PALABRAS CLAVE:** <GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO>, <GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS>, <ANÁLISIS DE CRITICIDAD>, <ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLO>, <DISPONIBILIDAD>, <ACTIVO FÍSICO>, <AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO>

## **ABSTRACT**

The present technological proposal, it takes as a target to develop a model of maintenance management based on the norm “EN 16646”, to increase the efficiency of the maintenance department of SOLCA-Chimborazo. Through a quantitative audit model, containing aspects that involve the used norm, such as: management and support processes for all stages of the life cycle, system of key performance indicators, politics, strategies and targets at the level of physical assets, it was possible to establish the criteria pertinent to the organization of the department in the matter of maintenance management and physical assets, after a planning process the evaluation process was carried out, comparing the evidences with the individual aspects of each criterion, to reveal the findings of the audit on the current status of maintenance development and its way of managing and finding many opportunities for improvement, which of solventan in the actions plan all those which habe a slightly acceptable and not acceptable qualification, contributing to the development of the management model, extracted from the norm, as a structure of interaction between maintenance and the Institutional strategic plan. The results obtained reveal a systematic and iterative maintenance management system of continuous improvement, characterized by management, support and control processes that optimize the life cycle of physical assets. It is recommended to implement the proposal, which help to make decisions and to structure an effective preventive maintenance plan, fullfilling the activities, procedures and logistics just in time.

**KEY WORD:** < (MANAGEMENT OF THE MAINTENANCE)>, <MANAGEMENT OF PHYSICAL ASSETS>, <ANALYSIS OF CRITICITY>, <ANALYSIS OF MODES AND EFFECTS OF FAILURE>, <AVAILABILITY>, <PHYSICAL ACTIVITY>, <MAINTENANCE AUDIT>

## **CAPÍTULO I**

### **1. GENERALIDADES DEL HOSPITAL ONCOLÓGICO SOLCA DE CHIMBORAZO**

#### **1.1 Introducción**

El propósito del presente trabajo; como una propuesta tecnológica; es contribuir al Departamento de Mantenimiento en la Unidad Oncológica SOLCA- Chimborazo, con las herramientas necesarias que ayuden a mejorar la eficiencia del servicio prestado internamente y la optimización del ciclo de vida de los activos físicos en todas sus etapas, que debido al desarrollo tecnológico hospitalario a nivel de equipamiento y maquinaria, es importante conocer el valor que se merece el mantenimiento hospitalario.

Dentro de las herramientas que ayudaran a mejorar la gestión del departamento de mantenimiento, son la elaboración de procedimientos sistemáticos y continuos basados en el know how, aplicables para; tercerización del mantenimiento, compra de repuestos, ocurrencia de fallos, adquisición / retirada de equipos. También se establecerá la misión, visión, objetivos y políticas internas del departamento de mantenimiento que ayuden a mejorar la comunicación entre las distintas áreas del hospital y el empleo de las herramientas de gestión de activos físicos. Un sistema de gestión de los activos físicos no es simplemente un sistema de información; también incluye estructura de la organización, reglas, responsabilidades, procesos de negocio, plantas, operaciones.

La elaboración de un modelo de gestión es la organización y administración del mantenimiento, los recursos humanos y recursos físicos para el mantenimiento, sin olvidar los aspectos generales de Seguridad e Higiene Hospitalaria, tan necesarios y poco difundidos dentro de los distintos Establecimientos de Salud que garantizarán la sustentabilidad y competitividad de la Institución.

Por consiguiente, el desarrollo de la propuesta tecnológica abarca conocer la situación actual del departamento de mantenimiento, por medio de la aplicación de una auditoría interna en base a criterios con temas pertinentes, para poder diagnosticar y revelar las oportunidades de mejora.

## **1.2 Antecedentes**

El 07 de Diciembre de 1.951 se fundó la Sociedad de Lucha Contra el Cáncer en el Ecuador, “SOLCA” con domicilio en la ciudad de Guayaquil, donde a partir del 21 de Diciembre de 1.959 funciona SOLCA Nacional, con las reformas aprobadas por el Ministerio de Previsión Social, según acuerdos N.- 645 y 5002 de abril 22 de 1.953 y diciembre 21 de 1.951 respectivamente, donde se autoriza el funcionamiento en todo el país, convirtiéndose en una sociedad de derecho privado y de servicio público, quedando integrado por tres Núcleos con sus respectivos Comités.

SOLCA, Núcleo Guayaquil, que comprende las provincias del Guayas, Manabí, Los Ríos, El Oro y Galápagos bajo la Dirección del Consejo Directivo Nacional de SOLCA domiciliado en Guayaquil.

SOLCA, Núcleo Cuenca, con las provincias del Azuay, Loja, Zamora Chinchipe y Morona Santiago.

SOLCA, Núcleo de Quito, al tener la responsabilidad de realizar cobertura de salud en la lucha contra el cáncer, en el área de su influencia que son nueve provincias, cinco de Sierra y cuatro del Oriente y con el criterio de descentralización en la educación, prevención, diagnóstico y tratamiento precoz, creó las Unidades Oncológicas en las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Imbabura, Sto. Domingo de los Tsáchilas y Sucumbíos.

El 11 de noviembre de 1.983 se crea el Comité de SOLCA de Amigos de Chimborazo, el mismo que tiene como misión fundamental hacer obra de difusión y prevención anticancerosa en la Provincia y Región Oriental. Creándose como un dispensario donde funcionaba las áreas de: Consulta Externa, Laboratorio Clínico, Laboratorio Citológico. Contando con un directorio conformado por Miembros Honoríficos, un Presidente y un Vicepresidente. En el área médica tres profesionales, un Químico Biólogo, dos Cito tecnólogas. En el área Administrativa – Financiera un Jefe Financiero y un Auxiliar de Contabilidad, un Bodeguero y un Conserje; funcionando en el Colegio Salesiano Centro. A partir de 1.984 se precede a construir el Edificio de propiedad de la Entidad concluyendo el mismo a finales del año de 1.988. Y en febrero de 1.989 funciona en las

nuevas instalaciones a nivel de Hospital Oncológico denominado “General. Solón Espinoza A.”

Más tarde, en febrero del 2010 sus instalaciones fueron renovadas a nivel de activos físicos y su nombre cambió a Hospital Oncológico Doctor Fausto Andrade Yánez.

### **1.3 Justificación**

La Unidad Oncológica SOLCA de Chimborazo tiene el departamento de mantenimiento a cargo del Ingeniero Bolívar Burbano y su equipo de trabajo, quienes son responsables de mantener y restituir los activos físicos a su cargo.

Todos los activos físicos tienen actividades de mantenimiento preventivas y correctivas, pero carecen de procedimientos estructurados y sistematizados para desarrollar el ¿cómo hacer? cada una de las actividades, por tal razón se propone implementar procesos de gestión de mantenimiento basados en la norma europea “EN 16646”.

Se han registrado fallos imprevistos que ponen en apuros y contratiempos al personal de mantenimiento sin saber; ¿Cómo reaccionar? ¿Cómo actuar? Es por eso la contribución frente a un fallo imprevisto la generación de procedimientos que mejoren la eficiencia del departamento de mantenimiento.

La función mantenimiento es una necesidad que nadie niega, pero se evidencia una falta de estrategia propia e integrada con la gestión de los activos físicos de la institución y que no están suficientemente determinados los procesos que la componen y las funciones de los mismos para permitir determinar los desempeños que se requieren y a su vez poderlos medir y controlar mediante un sistema de indicadores que ayuden a la mejora continua.

Los activos físicos que soporta la institución, juegan un rol fundamental en la calidad del servicio que depende de su comportamiento durante el ciclo de vida de ellos y es lo que contribuye a lograr la competitividad y sostenibilidad de la institución. Es aquí, donde la función mantenimiento debe garantizar el buen desarrollo de los procesos que soportan la vitalidad de las funciones requeridas de los activos físicos. Es evidente que la gestión de los activos físicos debe involucrar a toda la institución y debe estar guiada por estrategias y políticas que respondan y se integren con la gestión empresarial.

Por eso es importante señalar que la competitividad y sostenibilidad de una Institución depende en gran medida del desempeño y el costo del ciclo de vida de sus activos físicos, lo que implica tener una disponibilidad y confiabilidad aceptables, preservando el medio ambiente y la seguridad.

El departamento de mantenimiento para mejorar su organización debe disponer de la información necesaria, codificación y logística del mantenimiento para hacer uso de herramientas de gestión y ponerlas en práctica, tales como; el análisis de criticidad, el análisis de modos y efectos de fallo, diagrama de evaluación de tareas del RCM, el cálculo del costo del ciclo de vida de los activos, entre otros que ayuden a tomar las mejores decisiones.

#### **1.4       Objetivos**

1.4.1       *Objetivo general.* Elaborar un modelo de gestión de mantenimiento mediante la norma “EN 16646”, para mejorar la eficiencia del departamento de mantenimiento en la Unidad Oncológica SOLCA - Chimborazo.

1.4.2       *Objetivos específicos:*

Evaluar la gestión del mantenimiento mediante un modelo de auditoría interna, con criterios afines a la gestión del mantenimiento y gestión de activos físicos.

Determinar el plan de acción de mejora, para las no conformidades de la auditoría de gestión del mantenimiento.

Proponer un modelo de gestión del mantenimiento, estructurado en base a la norma EN 16646.

Establecer herramientas de gestión de activos físicos basadas en confiabilidad como respuesta complementaria al modelo de gestión del mantenimiento.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO REFERENCIAL

#### 2.1 Gestión del mantenimiento

La norma europea relativa a la terminología del mantenimiento define al a la Gestión del mantenimiento como: “Todas las actividades de la gestión que determinan los objetivos, las estrategias y las responsabilidades del mantenimiento y la implantación de dichas actividades por medios tales como la planificación del mantenimiento, el control del mismo y la mejora de las actividades de mantenimiento y las económicas.” (EN 13306, 2011).

Los objetivos del mantenimiento, son las metas asignadas y aceptadas para las actividades de mantenimiento como: la disponibilidad, la optimización de costos, la calidad del servicio, la protección del medio ambiente y la seguridad. Las políticas de mantenimiento son un enfoque general para la provisión del mantenimiento y de la logística del mantenimiento, basado en los objetivos y en las políticas de los propietarios, usuarios y clientes (INEN EN 60300-3-14, 2010).

Una estrategia de mantenimiento, es un método de gestión utilizado con el fin de lograr los objetivos del mantenimiento, y pueden ser:

*Estrategias Básicas:* Es la ejecución del mantenimiento correctivo ante un fallo imprevisto.

*Estrategias moderadamente intensivas:* involucran al mantenimiento correctivo y preventivo, pero con un programa de actividades sencillo con información poco sistematizada.

*Estrategias intensivas:* a las máquinas no críticas se asigna en gran número el mantenimiento correctivo con preventivo en menor cantidad, las máquinas esenciales o de criticidad media suelen aplicarse mantenimiento preventivo en gran escala, y a las de alta criticidad un monitoreo de condición o mantenimiento predictivo.

*Estrategias Integrales:* buscan el mejoramiento continuo, y la más difundida el Mantenimiento Productivo Total (TPM), como enfoque empresarial de grandes alcances. Por otro lado, el Mantenimiento Centrado en la confiabilidad (RCM) trabaja en el ámbito de la confiabilidad, y sus resultados tienen un enfoque en la mejora de la planificación del mantenimiento. (Sánchez Marín M, 2007)

Recordemos que, todo lo que se puede mejorar es gestionable, tomando en cuentas los objetivos establecidos para alcanzar los fines de mejora.

2.1.1 *Las diez mejores prácticas de la gestión del mantenimiento.* Se creó la North American Maintenance Excellence Award (EEUU) cuyo objetivo es impulsar la calidad y competencia en el uso de las “mejores prácticas” y la identificación de las empresas líderes; así como la divulgación y el intercambio de las mejores prácticas, estrategias y beneficios derivados de la implementación.

- **Trabajo en equipo.** Se refiere al análisis de procesos y resolución de problemas a través de equipos de trabajo multidisciplinarios y a organizaciones que evalúan y reconocen formalmente esta manera de trabajar.
- **Contratistas orientadas a la productividad.** Se debe considerar al contratista como un socio estratégico, donde se establecen pagos vinculados con el aumento de los niveles de producción, con mejoras en la productividad y con la implantación de programas de optimización de costos. Todos los trabajos contratados deben ser formalmente planificados, con alcances bien definidos y presupuestados, que conlleven a no incentivar el incremento en las horas - hombres utilizadas, sin caer en un sobre mantenimiento.
- **Integración con proveedores de materiales y servicios.** Considera que los inventarios de materiales sean gerenciados por los proveedores, asegurando las cantidades requeridas en el momento apropiado y a un costo total óptimo. Por otro lado, debe existir una base consolidada de proveedores confiables e integrados con los procesos para los cuales se requieren tales materiales.
- **Apoyo y visión de la gerencia.** Involucramiento activo y visible de la alta Gerencia en equipos de trabajo para el mejoramiento continuo, adiestramiento, programa de incentivos y reconocimiento, evaluación del empleado, procesos definidos de selección y empleo y programas de desarrollo de carrera.

- **Planificación y programación proactiva.** Está orientada a la confiabilidad operacional, su objetivo es maximizar efectividad / eficacia de la capacidad instalada, incrementando el tiempo de permanencia en operación de los equipos e instalaciones, el ciclo de vida útil y los niveles de calidad que permitan operar al más bajo costo por unidad producida. El proceso de gestión de mantenimiento y confiabilidad debe ser metódico y sistemático, de ciclo cerrado con retroalimentación.
- **Mejoramiento continuo.** Consiste en buscar continuamente la manera de mejorar las actividades y procesos, siendo estas mejoras promovidas, seguidas y reconocidas públicamente por las gerencias y es una cultura de trabajo de toda la organización.
- **Gestión disciplinada de stock de materiales.** Procedimiento de gestión de materiales homologado y unificado en toda la corporación, que garantice el servicio de los mejores proveedores, balanceando costos y calidad, en función de convenios y tiempos de entrega oportunos.
- **Integración de sistemas.** Se refiere al uso de sistemas estándares en la organización, alineados con los procesos a los que apoyan y que faciliten la captura y el registro de datos para análisis.
- **Gestión de paradas de planta.** Se las hace con visión de Gerencia de Proyectos con una gestión rígida y disciplinada, gestionada por profesionales.
- **Producción basada en confiabilidad.** Por medio de grupos formales de mantenimiento predictivo/confiabilidad (ingeniería de mantenimiento) deben aplicar sistemáticamente las más avanzadas tecnologías /metodologías existentes del mantenimiento predictivo como: vibración, análisis de aceite, ultrasonido, alineación, balanceo y otras. (Amendola L, 2011)

## 2.2 Gestión de activos

La norma (ISO 55001, 2014) requisitos para la gestión de activos, define la gestión de activos como: Actividad coordinada de una organización para generar valor a partir de los activos. Este valor puede ser real o potencial, cuando alcanza su máximo valor.

La gestión de activos se refiere realmente a un proceso de razonamiento, auto evaluación, desarrollo de la estrategia, objetivos y planes de acción, y desarrollo del plan de la fase de implementación que: “coordina el conocimiento y las funciones de toda la organización.”

2.2.1 *Evolución del mantenimiento a la gestión de activos físicos.* Un poco de historia, para conocer el presente y poder modelar el futuro:

### **Año 1980**

La crisis industrial de los años 80, trajo esfuerzos grandes de reducción de costes. Esta reducción de costes sin evaluar riesgos, ocasionó grandes pérdidas en la seguridad, producción y parque industrial.

### **Año 1990**

Se crea la North American Maintenance Excellence Award (EEUU) cuyo objetivo es impulsar la calidad y competencia en el uso de las “mejores prácticas” y la identificación de las empresas líderes; así como la divulgación y el intercambio de las mejores prácticas, estrategias y beneficios derivados de la implementación.

### **Año 1993**

Una nueva forma de gestionar era requerida, así en 1993 nace el Institute of Asset Management (IAM), agrupando diversas empresas interesadas en compartir experiencias y mejores prácticas. Las nuevas prácticas llamadas Asset Management trajeron una revolución en el Reino Unido, Australia y Nueva Zelanda.

### **Año 1995**

En 1995 ya están asociadas al IAM un grupo de compañías de: Inglaterra, Australia y Nueva Zelanda.

### **Año 1998**

En 1998 se establece para diferentes mercados e industrias, la necesidad de crear las bases sólidas para el Asset Management.

### **Año 2003**

Se establece el comité de British Standard en Asset Management.

## **Año 2004**

Se publican las especificaciones British Standard PAS 55. Se apoyan en ISO 9000, ISO 14000 y OSHA 18000.

## **Año 2008**

Durante este año se distribuyó entre empresas usuarias las especificaciones que ya la están implementando. La gran aceptación de PAS 55 plantea la generación de otra norma ISO. Que considera todo lo que se ha venido haciendo hasta ahora, pero de una forma más sistémica.

## **Año 2010**

El comité técnico de ISO recientemente (10 de agosto 2010), ha decidido la creación de un Estándar Internacional para la gestión de activos basado en el documento de la PAS55. ISO 55000.

## **Año 2014**

A inicios de este año se publicó la ISO 55000 de certificación, y a finales del mismo se publica la norma INEN-EN 16646, como una herramienta de apoyo a la gestión del mantenimiento, siendo una norma no certificable.

## **Año 2015.**

A inicios de este año se retiró las PAS 55. (Amendola L, 2011)

2.2.2 *Sistemas de gestión de activos.* Dentro de los requisitos de la gestión de activos, la norma ISO define a un sistema de gestión de activos como: Sistema de gestión para la gestión de activos cuya función es establecer la política de la gestión de activos, y los objetivos de la gestión de activo. (ISO 55001, 2014).

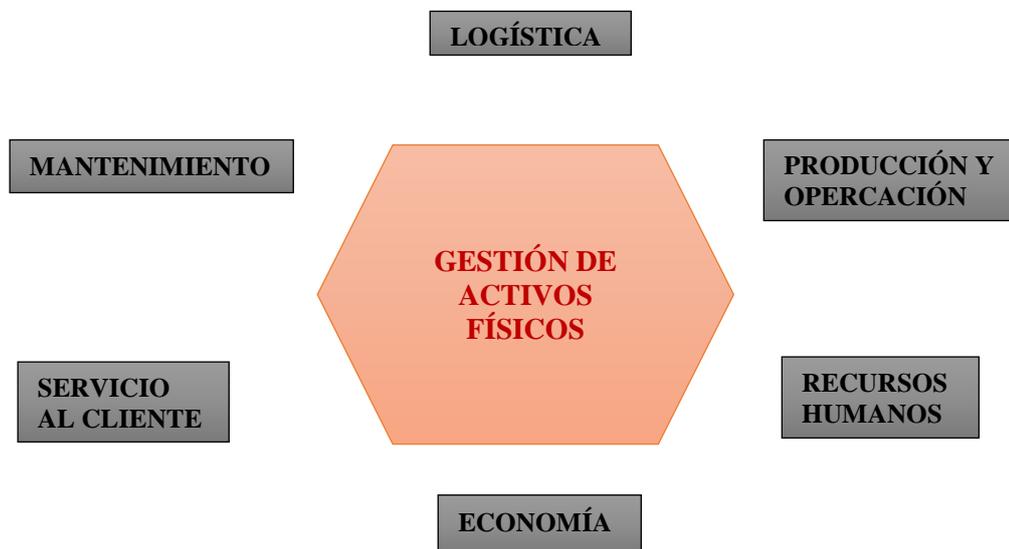
Para alcanzar los intereses organizacionales, los objetivos de la gestión de activos deben estar alineados a los objetivos del plan estratégico de la organización.

### 2.3 Mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos

La gestión de activos físicos es un campo emergente de la administración que señala las bases para mejorar la toma de decisiones sobre la maquinaria e instalaciones a lo largo de su ciclo de vida. Esto se basa en herramientas que puedan medir para poder controlar, y ser aplicadas de forma sistemática y continua en línea con los objetivos de la organización, para ser competente y sostenible. Por eso es importante señalar que la competitividad y sostenibilidad de un negocio depende en gran medida del desempeño y el costo del ciclo de vida de sus activos físicos.

Moubray manifiesta que; mantenimiento se relaciona con todos los aspectos de efectividad del negocio, riesgo seguridad, integridad del medio ambiente, calidad del producto, uso eficiente de la energía y servicio al cliente, no solamente disponibilidad y optimización de costos. Esto significa que la gestión de activos físicos no corresponde a un área o persona en particular, sino todo lo contrario, abarca el involucramiento de todas las áreas de una organización, tal como se observa en la figura 1, sin embargo, en la mayoría de los casos, en la realidad esto no es así.

**Figura 1.** Integración para la gestión de activos físicos



**Fuente:** UNE-EN 16646, 2015

La gestión de activos físicos se enfoca en la generación de valor y concretamente es “la gestión del ciclo de vida óptima de activos físicos hecha para lograr los objetivos del negocio establecidos, sosteniblemente” (UNE-EN 16646, 2015).

Para que un proceso de generación de valor sea sostenible en el tiempo es necesario: “Un buen barco, un timón confiable, un buen capitán y una buena tripulación, para que su nave pueda sortear mares en calma y tempestades, y siempre llegue a puerto seguro”. (Evolución del Mantenimiento a la Gestión de Activos Físicos alineada a normas y Estándares, 2007).

La Gestión de activos físicos no se enfoca en el activo en sí mismo, sino en el valor que el activo puede proporcionar a la organización. Dicho valor será determinado por la organización y sus partes interesadas (ver figura 2), acorde a los objetivos organizacionales. El valor de una organización específica depende del contexto organizacional.

**Figura 2.** Partes interesadas



**Fuente:** ISO 55001, 2014.

2.3.1 *Activo físico.* Los activos físicos de una organización son generalmente los componentes de inversión con mayor importancia, debido a la magnitud de sus costos y a su capacidad operativa de generar utilidades.

Un activo físico se define bajo la normativa europea como: un bien que tiene un valor potencial o real para una organización, (UNE-EN 16646, 2015).

Esta generación de valor a partir de los activos hace referencia al balance o equilibrio entre los costos, riesgos, oportunidades y beneficios del desempeño. (ISO 55001, 2014)

2.3.2 *Ciclo de vida.* El ciclo de vida de un elemento se define como: “Serie de estados por los que pasa un elemento desde su concepción hasta su eliminación” (EN 13306, 2011). Y estos estados se observa en la figura siguiente, que también sirven para calcular el costo del ciclo de vida de los activos físicos:

**Figura 3.** Etapas del ciclo de vida de los activos



**Fuente:** ISO 55001, 2014.

Cualquier detalle que no sea considerado en las primeras cinco etapas, serán muy costosas en operación y mantenimiento; por ejemplo, si el diseño es inadecuado, en operación tocara rediseñar. Por medio de los costos en cada una de estas etapas se puede calcular el costo del ciclo de vida de los activos, que ayuda en la toma de decisiones acertadas.

En cambio, la vida de un activo se define como: “El período desde la creación de un activo hasta el final de su vida” (ISO 55001, 2014). La vida de un activo, no necesariamente coincide con el período durante el cual, una organización en particular, posee la responsabilidad del activo; en cambio, un activo puede proporcionar un valor potencial o real a una o más organizaciones durante la vida del activo y, el valor del activo, para una organización, puede cambiar durante la vida del activo.

Los requisitos del sistema de gestión de activos de la Norma (ISO 55001, 2014) son los mismos de la norma mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos donde se han organizado en siete elementos específicos:

- Contexto de la organización.
- Liderazgo.
- Planificación.
- Apoyo.
- Operación.
- Evaluación del desempeño.
- Mejora continua.

## **2.4 Interrelación entre organización, gestión de activos físicos y gestión del mantenimiento**

Existen cuatro factores que afectan significativamente a los requisitos que deberían definirse para las actividades de gestión de los activos físicos:

- Características y objetivos de la empresa en cuestión. Son los objetivos, estrategias y características económicas y tecnológicas de las organizaciones que tienen una gran influencia sobre la gestión de los activos físicos y la gestión del mantenimiento.
- Mercado. Son las características específicas del mercado donde la organización actúa y que tienen un impacto notable sobre los requisitos de la gestión de los activos físicos.
- Comunidad. Aquí se localizan los activos donde tienen varios tipos de impacto sobre los requisitos y soluciones de la gestión de los activos físicos.
- Tecnología. Los factores tecnológicos, tales como la construcción, la confiabilidad inherente y la etapa económica de ciclo de vida del equipo también influyen sobre las estrategias y prácticas de la gestión de los activos físicos.

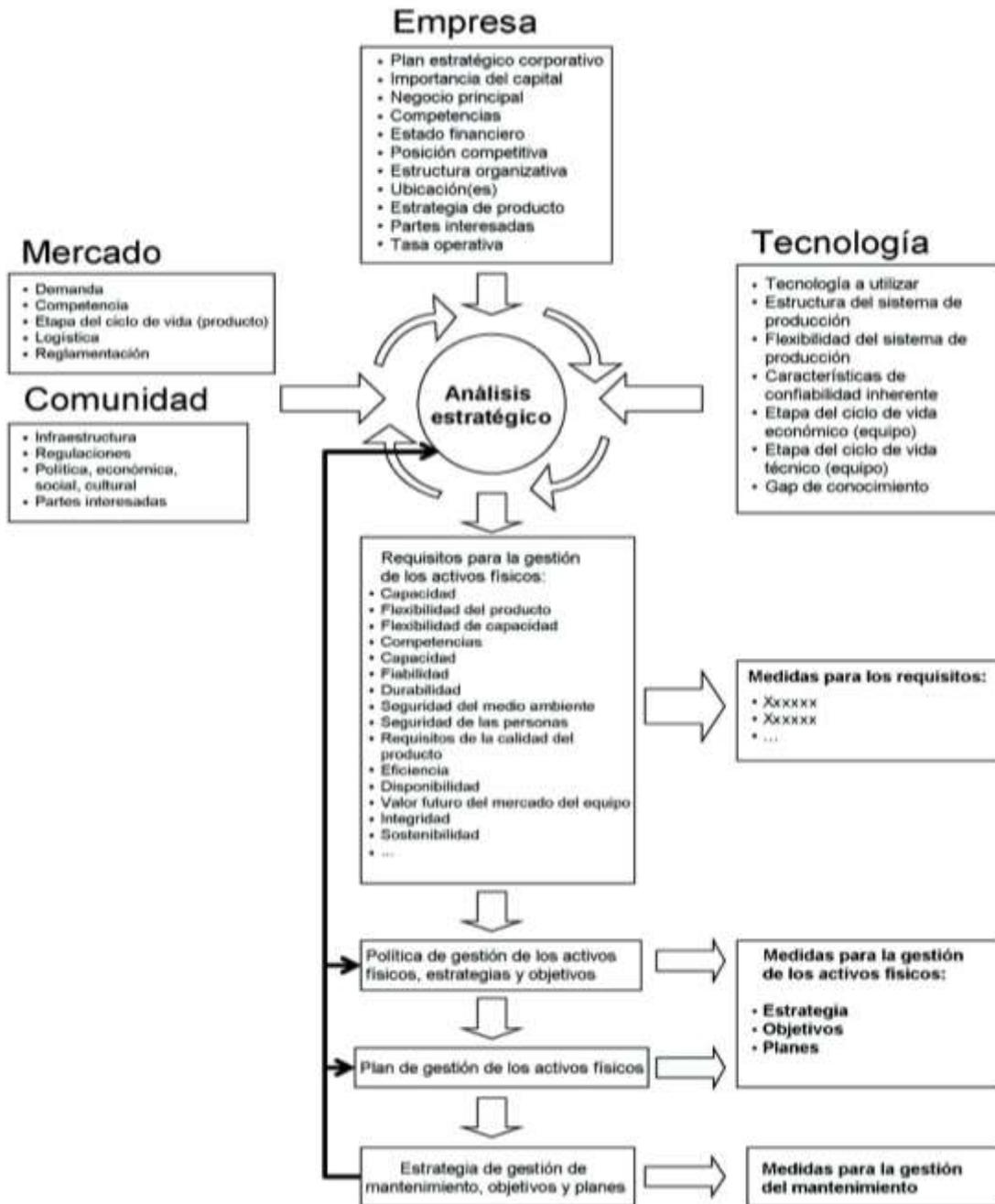
Las cuatro dimensiones estratégicas y los factores influyentes se utilizan para alimentar análisis estratégicos y procesos estratégicos. Los procesos estratégicos de gestión de los activos físicos se traducen en un conjunto de requisitos cuidadosamente analizados para los activos físicos y la gestión de activos.

Los factores relacionados anteriormente pueden expresarse en una forma más precisa utilizando indicadores clave de desempeño (KPIs). Estos KPIs pueden utilizarse para fines internos cuando se desarrolla el desempeño de la gestión de los activos físicos y funciones de mantenimiento.

La determinación de requisitos críticos sobre los activos físicos proporciona un marco y una base para la formulación y planificación de la estrategia sobre los activos. La estrategia de gestión de los activos físicos y los planes de gestión de activos pueden derivarse directamente a partir de estos requisitos y ser controlados a través de los KPIs. Tan pronto como la estrategia sobre los activos físicos y los planes de gestión de activos se han determinado se puede marcar la dirección de la gestión del mantenimiento. Por lo

tanto, en la siguiente etapa es posible definir las estrategias de mantenimiento y los planes de mantenimiento y los KPIs necesarios. (UNE-EN 16646, 2015)

**Figura 4.** Interrelación entre organización, gestión de activos físicos y gestión del mantenimiento



**Fuente:** UNE-EN 16646, 2015

Como la gestión de los activos físicos es un proceso iterativo, es esencial el retorno de información desde la gestión del mantenimiento a la gestión de los activos físicos y a los análisis estratégicos. Los procesos estratégicos iterativos se realizan continuamente a lo

largo del ciclo de vida total de los activos y no sólo cuando se adquieren activos nuevos o sistemas de activos o cartera de activos. Por consiguiente, la estrategia de mantenimiento debe ajustarse en función de la evolución de los requisitos. (UNE-EN 16646, 2015)

2.4.1 *La influencia de la organización en los niveles de activos.* Es necesario determinar la jerarquía de los activos en los sistemas siguientes:

- Un “*activo físico individual*” se define como un bien físico que tiene un valor potencial o actual para una organización.
- Un “*sistema de activos físicos*” se refiere a un grupo de activos interconectados (de uno o más tipos de activos) trabajando juntos y que pueden registrarse como un activo en sí.
- La agrupación de varios sistemas de activos físicos es una “*cartera de activos físicos*” que posibilitan un enfoque holístico a utilizar para lograr los objetivos de la organización.

La cartera de activos, el sistema de activos y un activo individual presentan retos de gestión muy diferentes. También difieren las tareas realizadas en las diferentes etapas del ciclo de vida. El papel del mantenimiento depende del nivel de activos y del contexto específico de la organización.

La función de “mantenimiento” puede aportar una preciada contribución, por ejemplo, a la determinación de la vida útil económica de los sistemas de activos y a la influencia de la solución de activos sobre las actividades y costes de ciclo de vida del equipo. También constituye una importante contribución la influencia activa sobre la creación y desarrollo de los sistemas de gestión de activos y del mantenimiento. La función de mantenimiento también tiene un papel importante cuando se planifican y programan actividades de mantenimiento coordinadas a escala empresarial (por ejemplo, las grandes paradas) para el conjunto total de los sistemas de activos.

La estrategia de activos de un sistema de activos físicos orienta y define los requisitos de los modos de operación a nivel de activos individuales. La estrategia a nivel de sistema de activos también debería determinar qué tipo de tecnología debería utilizarse y cuál

sería la expectativa económica de vida útil para cada activo dentro del sistema de activos. Por lo tanto, la gestión eficaz del ciclo de vida es una de las responsabilidades clave de la gestión de la producción y el mantenimiento a nivel de sistemas de activos. La estrategia de sistema de activos también debería determinar las prácticas de gestión para gestionar sistemas de activos físicos y activos individuales, y como deberían ocuparse de varias funciones de gestión ligadas a la gestión del ciclo de vida.

A nivel de activos individuales el papel del mantenimiento es muy significativo. A nivel de activos, las sustituciones y retiradas son tareas clave de la función de mantenimiento. (UNE-EN 16646, 2015)

## **2.5 Procesos de gestión de los activos físicos y etapas del ciclo de vida**

Los procesos de gestión de los activos físicos producen un valor sostenible siguiendo los requisitos de la organización. Estos procesos se gestionan de acuerdo a la política, estrategias y planes de gestión de los activos físicos. Necesitan de apoyo para utilizarse. Por lo tanto, se intercambia mucha información entre partes diferentes del sistema de gestión de los activos físicos ya que es un ciclo de interacción y repetitivo de mejora continua.

Todos los procesos se organizan para satisfacer las necesidades de la organización. La figura 5 muestra los procesos principales que se dedican directamente a los objetivos. Estos procesos principales son:

- La adquisición de activos físicos apropiados, si existen en el mercado, para satisfacer las necesidades de la organización, o fabricar los activos físicos si no existen en el mercado en condiciones económicas aceptables.
- La operación de activos para optimizar el valor creado para las organizaciones.
- El mantenimiento aplicado a los activos con el fin de optimizar el valor creado para las organizaciones.
- La modernización (mejora) de los activos para obtener un valor mayor a lo largo del ciclo de vida global del activo.
- Puesta fuera de servicio y/o retirada de los activos cuando se alcanza el fin de la vida útil. (UNE-EN 16646, 2015)

**Figura 5.** Procesos de mantenimiento y procesos del sistema de gestión de los activos físicos



**Fuente:** UNE-EN 16646, 2015

Los procesos de apoyo proporcionan recursos (por ejemplo: recursos humanos, de información y materiales), gestionan información, controlan los riesgos, evalúan la ejecución y permiten mejoras. Es necesario un proceso de gestión para establecer, implementar y mantener la política, estrategia, objetivos y planes de gestión de los activos físicos.

El mantenimiento es uno de los procesos principales. Está en estrecha relación con todos los otros procesos y es importante para identificar sus entradas y salidas a monitorizar para comprobar el desempeño del sistema de gestión de los activos físicos. (UNE-EN 16646, 2015)

2.5.1 *Relación entre el mantenimiento y procesos a nivel de sistemas de activos.* El proceso de mantenimiento genera salidas que son entradas para los diferentes procesos a nivel de

activos y sistema de activos, contribuyendo con soluciones apropiadas para los activos, de la misma manera todos estos procesos generan salidas que son entradas para el mantenimiento, contribuyendo con información pertinente de todos los activos y sistemas, tal como se observa en la figura 6.

**Figura 6.** Relación entre mantenimiento y procesos a nivel de activos y sistemas de activos.



**Fuente:** UNE-EN 16646, 2015

## 2.6 Auditoría interna de la gestión del mantenimiento

Una auditoría interna de la gestión del mantenimiento también llamada auditoría de primera parte, nace en la decisión interna de una organización cuando no se dan los resultados esperados; hay crisis y toca elaborar estrategias de mejora. Una auditoría se la define bajo norma como: “*un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría*” (ISO 19011, 2011).

Cuando se plantea la pregunta; ¿La gestión del mantenimiento existente es la adecuada? La respuesta puede ser; si, no o regular, pero cualquiera de las tres podría ser insatisfactoria, porque existen valores intermedios para cada respuesta y porque no brindan mayor información sobre qué cosas habría que cambiar para que la gestión del departamento pudiera considerarse excelente. Para saber si la gestión que se realiza es la

mejor hay que ejecutar una auditoría y compararla con un departamento modélico ideal y determinar qué cosas separan la realidad de este modelo.

El objetivo de una auditoría no es buscar culpables, ni juzgar al responsable de mantenimiento y mucho menos es cuestionar su forma de trabajo. Es saber en qué situación se encuentra un departamento de mantenimiento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar acciones para la mejora continua. (García S, 2009)

¿Es posible definir como debería ser un sistema adecuado de gestión? Desde luego es posible tratar de marcar unas directrices de lo que debería ser una gestión ideal o excelente, lo que podríamos definir como una gestión de clase mundial. Existe un esquema propuesto para definir esa gestión ideal o de clase mundial y para compararla posteriormente esa gestión ideal del mantenimiento con la que se realiza en una planta concreta, es el siguiente:

- A. Determinar los objetivos claves que se deben alcanzarse.
- B. Determinar los factores que afectan al cumplimiento de esos objetivos.
- C. Fijar un estándar de excelencia: cómo debería ser la gestión ideal de cada uno de esos factores.
- D. Comprobar la situación de cada uno de esos factores, elaborando y contestando un cuestionario que nos permita detectar dónde la gestión es acertada y dónde no lo es. (García S, 2009)

Se empieza sintetizando los objetivos más importantes que persigue el mantenimiento:

- El mantenimiento que se realice debe asegurar una vida útil para toda la planta y para cada uno de sus elementos lo más larga posible.
- La disponibilidad de la planta debe alcanzar al menos el valor determinado como objetivo.
- La capacidad de producción debe alcanzar al menos el valor determinado como objetivo.
- El consumo de materias primas y otros recursos no debe superar un máximo determinado.

- Todo lo anterior (vida útil, disponibilidad, capacidad y consumo de materias primas) debe alcanzarse al coste más bajo posible. (García S, 2009)

Ahora es importante tomar en cuenta todos los factores que influyen en el logro de esos objetivos, que no es otra cosa más que los criterios de la auditoría y así poder establecer la situación ideal para cada uno de ellos.

2.6.1 *Evidencia de la auditoría.* Son los registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de auditoría y que son verificables, los mismos que pueden ser cualitativa o cuantitativa. (ISO 19011, 2011)

2.6.2 *Criterios de auditoría.* Es el grupo de políticas, procedimientos o requisitos usados como referencia y contra los cuales se compara la evidencia de auditoría. Cuando estos son legales, se utilizan a menudo los términos cumple o no cumple en un hallazgo de auditoría. (ISO 19011, 2011). Las áreas funcionales y criterios a evaluar están en relación a la organización, personal, ingeniería, preparación, planificación, aprovisionamiento, contratación, presupuesto y eficiencia, englobando un cuestionario entorno a ocho bloques:

- Gestión de personal y subcontratados.
- Programación y planificación de los trabajos.
- Gestión de activos y recambios.
- Costes y compras.
- Mantenimiento.
- Documentación.
- Mejora continua.
- Seguridad.

2.6.3 *Hallazgo de la auditoría.* Son los resultados de la evaluación de la evidencia de la auditoría recopilada frente a los criterios de la auditoría. (ISO 19011, 2011).

Los hallazgos, no es evidenciar los defectos o errores de una organización, sino identificar las oportunidades de mejora o al registro de las mejores prácticas que solvente el plan de acción y posterior a ello ser implementadas

2.6.4 *Conclusiones de una auditoría.* Es el resultado de la ejecución de una auditoría, tras considerar, los objetivos de la auditoría y todos los hallazgos de la auditoría. (ISO 19011, 2011).

Una auditoría termina con las propuestas de mejora y va acompañado de un resumen de auditoría en una tabla, con gráfico y un análisis explicando las causas de las deficiencias encontradas.

2.6.5 *Indicadores claves de rendimiento del mantenimiento.* Son también llamados Kpis o herramienta de monitorización del desempeño, que sirven para apoyar a la gestión en el logro de la excelencia en el mantenimiento y en el empleo de los activos técnicos de una manera competitiva. La mayoría de estos indicadores se aplican a todos los edificios, espacios y servicios industriales y de apoyo. Estos indicadores se deberían utilizar para:

- Medir el estado.
- Realizar comparaciones.
- Realizar diagnóstico.
- Identificar objetivos y definir metas a alcanzar.
- Planificar acciones de mejora.
- Medir los cambios de manera continua en el tiempo.

La norma española define un indicador como; una característica o conjunto de características de un fenómeno medido, de acuerdo con una fórmula dada que avalúa su evolución. (UNE-EN 15341, 2010).

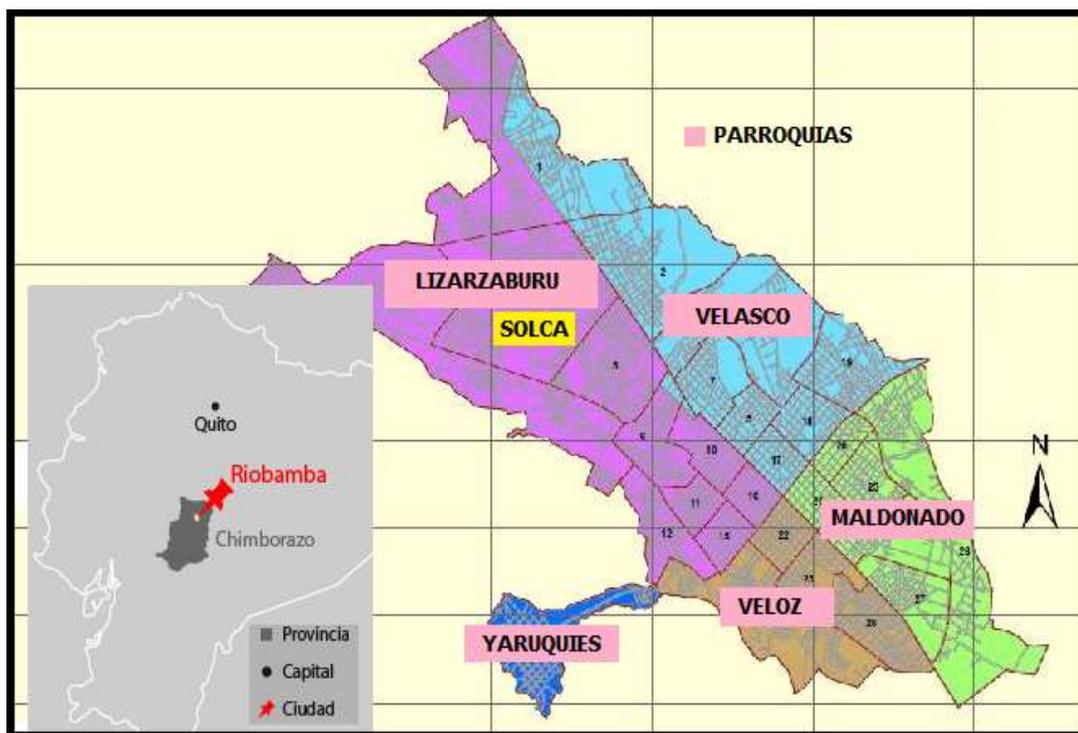
## CAPÍTULO III

### 3. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA UNIDAD ONCOLÓGICA SOLCA - CHIMBORAZO

#### 3.1 Características de la macro y micro localización de la Unidad Oncológica SOLCA

3.1.1 *Macro localización.* El hospital Oncológico Dr. Fausto Andrade Yánez, se encuentra localizado en Ecuador, provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, en la parroquia urbana Lizarzaburu, como se observa en la figura 7, al Suroeste de la ciudad de Riobamba, conocida también como la ciudad bonita.

**Figura 7.** Macro localización de SOLCA – Chimborazo.



**Fuente:** INEC, 2015

3.1.2 *Micro localización.* Se encuentra ubicado entre las calles Esmeraldas s/n y Duchicela, como se observa en la figura 8, donde actualmente cuenta con un edificio de moderna infraestructura y alta tecnología en seguridad, calidad, disponibilidad, confiabilidad, flexibilidad y eficiencia energética, (ver figura 9) además, posee el recurso físico, económico y sobre todo el talento humano para brindar sus servicios oncológicos

**Figura 8.**Micro localización SOLCA – Chimborazo



**Fuente:** Google Maps, 2014

**Figura 9.** Edificio estructural de SOLCA - Chimborazo



**Fuente:** Google Maps, 2014

### 3.1.3 *Filosofía institucional.*

3.1.3.1 *Misión.* Fortalecer el área de la salud, brindando una atención médica oncológica efectiva eficiente y personalizada, con un nivel científico humano acorde con los últimos adelantos de la Ciencia, con la finalidad de ubicarse en los primeros sitios por su tamaño calidad de servicio y de gestión con tecnología y personal calificado, siendo la prevención del Cáncer nuestra principal misión.

3.1.3.2 *Visión.* Seguir siendo un hospital líder en prevención, tratamiento y rehabilitación del paciente con cáncer en el país, innovando su modelo de atención, organización y gestión para brindar calidad, eficiencia y seguridad mediante el mejoramiento continuo con instalaciones funcionales y un ambiente controlado para los pacientes, familiares, visitas y personal.

3.1.3.3 *Objetivos Institucionales.*

- Optimizar la atención al paciente oncológico, siendo más eficientes, oportunos y eficaces en Prevención, Diagnóstico y Tratamiento.
- Tratando de acortar al máximo el tiempo promedio en el diagnóstico y tratamiento clínico quirúrgico de nuestros pacientes con un servicio de calidad, calidez y pertinencia de sus colaboradores.
- Planificar la distribución equitativa de los pacientes por especialidad en la Consulta externa para dar un servicio eficaz y eficiente.
- Capacitar al personal Médico, Paramédico, Enfermeras, Auxiliares de enfermería y administrativo en las normas y reglamentos a cumplirse en esta Unidad Oncológica.
- Coordinar con el departamento de enfermería la atención de cuidados paliativos que incluso pueda realizar en algún momento una visita domiciliaria para estos pacientes que por su estado general no puedan acudir al Hospital.
- Realizar convenios con instituciones públicas y privadas para realizar medicina preventiva en las mismas.
- Ampliar la cobertura del plan vida con el Programa de chequeos ejecutivos con las empresas e instituciones para Diagnóstico precoz de cáncer de cérvix, mama, gástrico, próstata y tiroides.
- Capacitar y actualizar permanente al personal mediante congresos, cursos, seminarios, pasantías, etc. debe tener prioridad ya que esto redundará en beneficio del paciente.
- Establecer fechas periódicas para reuniones interdepartamentales para conocer las necesidades y requerimientos de cada servicio. Así mismo metas cumplidas o problemas existentes, de esta manera se establecerá una comunicación permanente en todas las áreas
- Ejecutar todas las normas y reglamentos aprobados en los manuales de Seguridad Ocupacional, de Bioseguridad y Ética, Manual de procesos y de calidad de cada servicio.

- Capacitar a todo el personal con cursos de servicio al cliente tanto interno como el cliente externo, y la importancia de otorgar un servicio de acuerdo a lo requerimiento de los clientes.
- Capacitar en cursos de motivación y pertinencia a todo el personal de esta casa de salud.
- Incrementar el Servicio de Seguridad y Salud Ocupacional para el beneficio de los empleados.
- Organizar cursos conferencias dirigidos a la sociedad en lo referente a la prevención del cáncer y su tratamiento.
- Estar en constante comunicación con la Red de Salud y socializar las políticas que se deben considerar en esta casa de salud y el resto de prestadores para dar un servicio con calidad, calidez y oportuno.

3.1.3.4 *Servicios del Hospital Dr. Fausto Andrade Yáñez.* Actualmente está distribuido por áreas, para agilizar los servicios brindados, garantizando un tratamiento adecuado de recuperación para todos los pacientes, en los siguientes servicios:

- Pre consulta y consulta externa. (medicina interna, ginecología, gastroenterología, urología y oncología clínica)
- Cirugía oncológica.
- Colposcopia.
- Laboratorio clínico.
- Laboratorio de citología.
- Laboratorio de patología.
- Fisioterapia.
- Imagenología.

3.1.3.5 *Valores de la Unidad Oncológica SOLCA - Chimborazo.*

- Integridad y solidaridad
- Innovación.
- Liderazgo
- Sostenibilidad
- Tolerancia y humanismo

- Responsabilidad y disciplina
- Lealtad y confianza
- Credibilidad

#### 3.1.3.6 *Principios Institucionales*

- Integridad y Ética.
- Honestidad y Transparencias
- Compromiso con el paciente
- Atención humana y personalizada al paciente
- Lealtad y compromiso con la Institución.
- Vocación de servicio frente a la comunidad.
- Respeto a los derechos del paciente ante el dolor, enfermedad, y sufrimiento

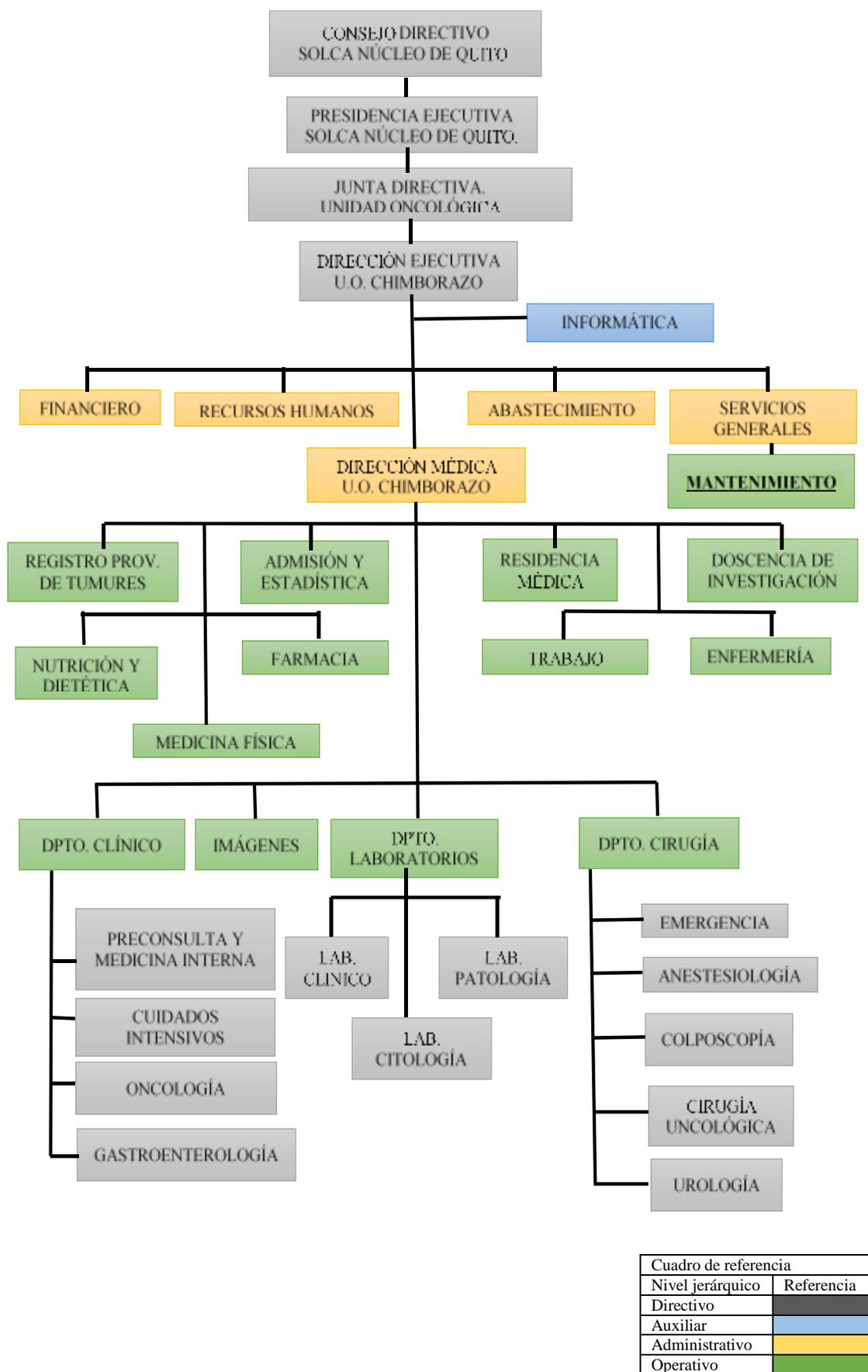
3.1.4 *Organización administrativa de SOLCA de Chimborazo.* En esta administración, la comunicación entre los diferentes niveles jerárquicos, favorece al diálogo social en la Institución para que todos se sientan protagonistas de las actividades y de los objetivos corporativos, surgiendo energías y potencialidades ocultas para lograr ser una Institución competitiva.

Se distinguen los niveles jerárquicos en la figura 10, desde un nivel directivo, quien es la autoridad para cumplir y hacer cumplir con responsabilidad los objetivos de la Institución, un nivel auxiliar que sirve de apoyo a todos en la Institución, también un nivel administrativo que abarca todas las áreas de actividades de la Institución y un nivel operativo.

Mantenimiento se encuentra en el área de servicios generales a nivel operativo en relación al organigrama institucional, dispone de su propio lugar de trabajo con todos los servicios básicos requeridos.

El área de mantenimiento tiene la responsabilidad de todos los activos físicos que se encuentran en el cuarto de máquinas, a más de eso tiene la responsabilidad de cubrir todas las solicitudes de trabajo requeridas por los clientes de la institución y la responsabilidad de brindar servicios de calidad mediante la puesta en marcha y apagado de los activos físicos.

**Figura 10.** Organigrama estructural de la Unidad Oncológica SOLCA - Chimborazo



| Cuadro de referencia |            |
|----------------------|------------|
| Nivel jerárquico     | Referencia |
| Directivo            |            |
| Auxiliar             |            |
| Administrativo       |            |
| Operativo            |            |

**Fuente:** Archivo institucional, 2015.

En la Institución, la organización administrativa del Departamento de Mantenimiento está formada por un líder de mantenimiento, una secretaria y cuatro técnicos, (ver figura 11) para realizar las tareas de mantenimiento, quienes son responsables de mantener la función requerida de los activos físicos bajo su responsabilidad.

**Figura 11.** Diagrama estructural del departamento de mantenimiento de SOLCA – Chimborazo



| Cuadro de referencia |            |
|----------------------|------------|
| Nivel jerárquico     | Referencia |
| Directivo            |            |
| Auxiliar             |            |
| Administrativo       |            |
| Operativo            |            |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

### 3.1.5 Maquinaria de la Unidad Oncológica SOLCA-Chimborazo.

La institución, cuenta con maquinaria de alta tecnología y está ubicada acorde a un plan de distribución por áreas de servicio, acorde a las necesidades de las diferentes áreas, tal como se observa en la tabla 1, además existe un organigrama de maquinaria dentro de los archivos institucionales.

**Tabla 1.** Maquinaria de la Institución

| Área                            | Sistema                 | Equipos                        | Cant. |
|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------|
| Casa de máquinas                | Generación de vapor     | Caldero                        | 2     |
|                                 |                         | Ablandador                     | 2     |
|                                 |                         | Bomba de condensado multietapa | 2     |
|                                 |                         | Bomba de pistón para químicos  | 2     |
|                                 |                         | Motor agitador de líquidos     | 1     |
|                                 | Sistema contraincendios | Bomba centrífuga               | 1     |
|                                 |                         | Bomba multietapa               | 1     |
|                                 | Líquido vital           | Bombas centrífugas             | 3     |
|                                 |                         | Calentadores AERCO             | 2     |
| Bomba centrífuga, agua caliente |                         | 2                              |       |
| Tanque presurizado              |                         | 3                              |       |
| Transformación                  |                         | transformadores                | 2     |
| Generación eléctrica            |                         | Motor-generator                | 1     |

|                             |   |                                     |    |
|-----------------------------|---|-------------------------------------|----|
| Distribución de combustible |   | Bombas centrífugas                  | 2  |
| Aire comprimido             |   | Motor                               | 1  |
| Gases medicinales           |   | Alarmas de gases                    | 2  |
|                             |   | Manómetros                          | 3  |
|                             |   | Motor                               | 1  |
|                             |   | Central de vacío                    | 1  |
| Ventilación                 |   | Extractores de campana              | 3  |
|                             |   | Extractores centrífugos             | 4  |
|                             |   | Extractores de rejilla              | 3  |
|                             |   | Extractores de aire                 | 3  |
|                             |   | ventiladores                        | 4  |
|                             | Aire acondicionado                            |                                     | 13 |
| Sistema eléctrico           |   | UPS                                 | 1  |
| Equipos de amplificación    |   | Amplificador master                 | 3  |
|                             |   | Amplificador auxiliar               | 3  |
| Auditorio                   |   | DVD                                 | 1  |
|                             |   | Infocus                             | 1  |
|                             |   | Reflectores                         | 2  |
| Central de equipos de audio |   | DVD                                 | 1  |
|                             |   | Sintonizador FM                     | 1  |
| Lavandería                  |   | Lavadoras grandes                   | 2  |
|                             |   | Lavadoras pequeñas                  | 2  |
|                             |   | Secadoras grandes                   | 1  |
|                             |   | Secadoras pequeñas                  | 1  |
|                             |   | Plancha                             | 1  |
|                             |   | Rodillo de planchar                 | 1  |
|                             |   | Máquina de coser                    | 2  |
|                             |   | Montacargas de ropa contaminada     | 1  |
| Esterilización              |   | Esterilizadora de gran capacidad    | 1  |
|                             |   | Esterilizadora de pequeña capacidad | 1  |
|                             |   | Esterilizadora de media capacidad   | 1  |
|                             |   | Montacargas de ropa contaminada     | 1  |
| Cocina                      |   | Banda transportadora                | 1  |
|                             |   | Batidora                            | 1  |
|                             |   | Marmitas                            | 3  |
|                             |   | Horno                               | 1  |
|                             |   | Pela papas                          | 1  |
|                             |   | Refrigerador de gran capacidad      | 1  |
|                             |   | Refrigeradoras                      | 2  |
|                             |   | Congelador de gran capacidad        | 1  |
|                             |   | Conservador de alimentos            | 1  |
|                             |   | Cocina eléctrica                    | 2  |
| Contraincendios             | Sistema contraincendios                       | Gabinetes de emergencia             | 10 |
|                             |   | Sensores detectores de humo         | 8  |
|                             |   | Extintores                          | 32 |
| Central telefónica          | Sistema de distribución de líneas telefónicas |                                     | 1  |

**Fuente:** Archivo Institucional, 2016

### 3.2 Análisis de la situación actual del mantenimiento

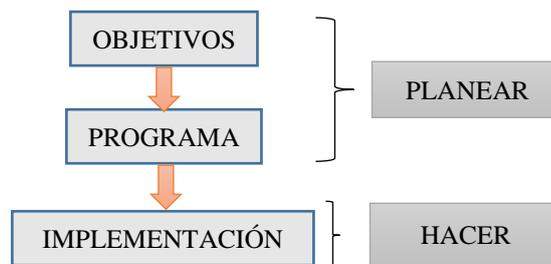
Para el estudio de la situación actual, el método de investigación a utilizar, es inductivo – deductivo, porque partimos de una observación y registro de las falencias de la gestión del departamento de mantenimiento, en base a una auditoría interna, para poder

diagnosticar y encontrar las no conformidades que vienen a ser las oportunidades de mejora, que servirán para estructurar el modelo de gestión del mantenimiento más adelante. Se cree conveniente estructurar el sistema de gestión, en base al marco referencial, con soluciones a las debilidades detectadas en el entorno de estudio.

La recolección de información sobre la gestión de mantenimiento existente, se obtendrá mediante la entrevista y observación directa, aplicando un cuestionario que tiene aspectos con base en la norma del mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos, y para el análisis se aplicarán modelos estadísticos para cada criterio a evaluar.

El modelo para auditar la gestión del mantenimiento es similar a un examen crítico, sistémico y sistemático que permitirá comprobar cómo se gestionan los procesos de mantenimiento dentro del DMTTO, y está enfocada hacia el mejoramiento continuo y basado en el círculo de Walter Shewhart y Edward Deming: planear, hacer, verificar y actuar. Cabe recalcar que el modelo de auditoría es el camino a seguir para la elaboración de la propuesta tecnológica, por lo tanto, únicamente se llevará a cabo hasta la etapa del hacer, del ciclo de la calidad, con el fin de elaborar el modelo de gestión a partir de los hallazgos de la auditoría, entonces se tiene la siguiente figura:

**Figura 12.** Planificación y ejecución de la auditoría



**Fuente:** ISO 19011, 2011

En el planear, se determinan los objetivos que tiene la auditoría, también se establece el programa donde se define los involucrados, el alcance de la auditoría que incluye los criterios, la forma de ponderación, los procedimientos a seguir con tiempos y recursos necesarios. En el hacer, se implementa el programa de auditoría, donde la evidencia de auditoría debería ser evaluada contra los criterios de la auditoría a fin de determinar los hallazgos de la auditoría, que, mediante el plan de acción, se gestiona con buenas prácticas, oportunidades de mejora y recomendaciones, todo esto manteniendo en un

registro. Además, debe contener el resumen y conclusiones de la auditoría. Entonces el punto más importante de una Auditoría de Mantenimiento es el PLAN DE ACCIÓN, conteniendo las no conformidades detectadas en la gestión del mantenimiento y cómo se propone superarlas. (ISO 19011, 2011)

### **3.3 Proceso para la gestión de un programa de auditoría**

3.3.1 *Objetivos de la auditoría.* En base a la propuesta tecnológica los objetivos de realizar la auditoría son:

Identificar los aspectos potenciales de mejora del departamento de Mantenimiento de la Unidad Oncológica SOLCA - Chimborazo

Contribuir con las herramientas para estructurar el modelo de gestión del mantenimiento propuesto en base a la gestión de activos físicos.

3.3.2 *Programa de auditoría.* Siguiendo lo mencionada con la etapa del planear se especifica lo siguiente:

a) Los involucrados de la auditoría

Auditor: Raúl Capelo en calidad de egresado de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la carrera de Ingeniería de Mantenimiento, con bases sobre gestión del mantenimiento y gestión de activos físicos.

Auditados: Ingeniero Bolívar Burbano en calidad de jefe del Departamento de Mantenimiento, Ingeniera Mónica Bonifáz a cargo de la secretaría del Departamento de Mantenimiento, Ingeniero José Mena, Sr Medardo Carrión, Sr. fausto Carrión y Sr. José Heredia, en calidad de técnicos de mantenimiento.

b) El alcance de la auditoría

Involucra la identificación y descripción del departamento de mantenimiento, hasta el uso de estrategias, políticas, procesos de gestión y sistemas de control, para tener las bases, para poder plantear alternativas de solución a las debilidades detectadas.

A través de una visita previa, se informó al personal del Departamento de Mantenimiento, sobre los criterios que se van a evaluar y que deben ser evidenciados, su forma de ponderar y los posibles beneficios del modelo de auditoría. Se acordó, que la evaluación es mediante el uso de un cuestionario de 147 preguntas, (ver anexo A) conteniendo aspectos de los criterios de auditoría establecidos, como son:

- Gestión de personal y subcontratados.
- Programación y planificación de los trabajos.
- Gestión de activos y recambios.
- Costes y compras.
- Mantenimiento.
- Documentación.
- Mejora continua.
- Seguridad.

La ponderación de los criterios evidenciará la calidad del mantenimiento de la siguiente forma:

**Tabla 2. Ponderación de los criterios auditados**

| Cualificación  | Calificación | Código de colores |
|----------------|--------------|-------------------|
| Excelente      | >80% y ≤100% |                   |
| Bueno          | >60% y ≤80%  |                   |
| Poco aceptable | >50% y ≤60%  |                   |
| No aceptable   | ≤50%         |                   |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

Es necesario aclarar que no se dará solución a todas las debilidades detectadas, sino que, la prioridad se verá reflejada para todas las cuestiones encontradas, poco aceptables y no aceptables.

El tiempo estimado para cubrir la auditoría es de diez horas laborables, divididas en una semana de labores, los recursos utilizados son un computador portátil, conteniendo una plantilla elaborada en el programa de Excel, que evidencie los resultados de la auditoría de forma automática, también de un cuaderno y esfero para anotar toda la información pertinente sobre los aspectos evaluados, con el fin hacer su análisis más adelante, relacionado con las causas de ponderación baja.

3.3.3 *Ejecución del programa de auditoría.* La realización de la auditoría incluye la participación activa del personal seleccionado para llenar el cuestionario con los temas pertinentes, se solventan inquietudes generadas y observaciones. Se empieza identificando y caracterizando al departamento de mantenimiento con cuestiones puntuales, tal como se observa en la tabla siguiente.

**Tabla 3.** Identificación y caracterización del departamento de mantenimiento

| <b>Campo</b>                                  | <b>Detalle</b>                                    |  |
|---|---|--|
| Nombre de la Institución:                     | Hospital Oncológico “Doctor Fausto Andrade Yáñez  |  |
| Nombre del Auditor:                           | Raúl Capelo.                                      |  |
| Fecha de la auditoría:                        | 11/07/2016 a 15/07/2016                           |  |
| Posee departamento de mantenimiento.          | Si  |  |
| Número de personal total de mantenimiento.    | 6   |  |
| Número de turnos de la jornada                | 3   |  |
| Número de personal de mantenimiento por turno | 1   |  |
| El personal que realiza el mantenimiento es:  | Proveedores                                       |  |
|   | Tercerización                                     |  |
|   | Técnicos propios                                  |  |
| Tipos de mantenimiento que se aplican:        | Preventivo sistemático<br>Correctivo de inmediato |  |
| Posee bodega de repuestos                     | Limitada.   |  |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

Se observa, que la Institución, cuenta con personal de mantenimiento, para la operación de la maquinaria y equipos, en sus tres turnos diarios, y que la mayoría de las tareas de mantenimiento complejas son realizadas por tercerización o por los mismos proveedores de los equipos hasta cumplir con su tiempo de garantía o renovación de un contrato de mantenimiento, mientras que las tareas de mantenimiento simples son realizadas por los técnicos de mantenimiento propios de la Institución. También se evidenció un plan de mantenimiento preventivo sistemático de forma general para todos los activos bajo la responsabilidad del departamento y la participación en actividades correctivas de inmediato tras la ocurrencia de un modo de fallo. Además, afirman que debido al bajo presupuesto destinado para mantenimiento no es posible tener un stock de repuestos efectivo.

3.3.3.1 *Evaluación y cualificación de la gestión del personal y subcontratados.* Por medio de las siguientes tablas, de la 4 a la 7, que son una recopilación del modelo de auditoría, se muestra la evaluación y cualificación de los subgrupos pertenecientes al primer criterio de auditoría, y estos son:

- A. Puesto de trabajo.
- B. Objetivos.
- C. Motivación.
- D. Empresa subcontratada

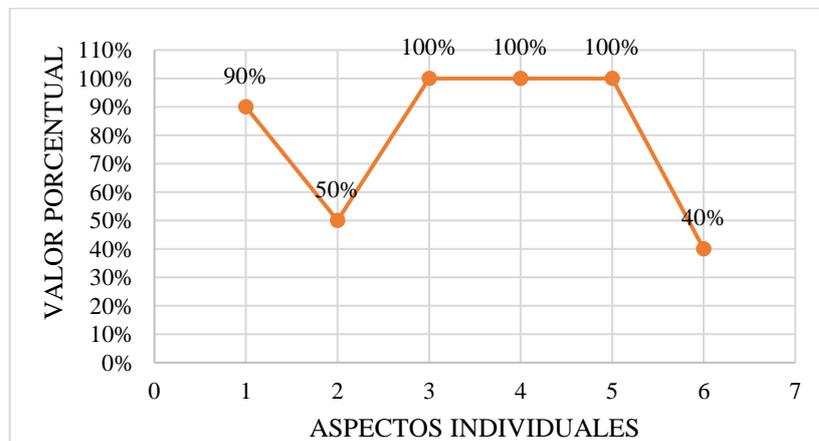
En la siguiente tabla, se cualifican seis preguntas, pertenecientes al subgrupo A del criterio de auditoría gestión de personal y subcontratados:

**Tabla 4.** Evaluación del puesto de trabajo

| Criterio de evaluación.  | 01 Gestión de personal y Subcontratados |          |               |
|--|---|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.)     | Promedio | Cualificación |
| A. El puesto de trabajo  |   |          |               |
| ¿Existe una definición del puesto de trabajo para cada operador?                             | 9                                       | 8        | Excelente     |
| ¿Existe una matriz detallada sobre los conocimientos requeridos para cada puesto de trabajo? | 5                                       |          | No aceptable  |
| ¿Se conoce la carga de trabajo pendiente del personal?                                       | 10                                      |          | Excelente     |
| ¿Se conoce donde se distribuyen diariamente la jornada laboral del operador (tareas)?        | 10                                      |          | Excelente     |
| ¿Existe un sistema de control de entradas y salidas del personal?                            | 10                                      |          | Excelente     |
| ¿Se evalúan los resultados de capacitación y se siguen?                                      | 4                                       |          | No aceptable  |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 13.** Cualificación del puesto de trabajo



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Respecto al puesto de trabajo, se identifican dos factores no aceptables, el primero debido a que no existe, un documento que evidencie la matriz detallada sobre los conocimientos requeridos para los puestos de trabajo, únicamente se rigen a la revisión y aceptación del contenido de la hoja de vida de los aspirantes, por parte de la autoridad superior; y el segundo, se evalúan las capacitaciones impartidas al personal de forma mensual, pero no se siguen.

En la siguiente tabla, se cualifican tres preguntas, pertenecientes al subgrupo B del criterio de auditoría gestión de personal y subcontratados:

**Tabla 5.** Evaluación de los objetivos

| Criterio de evaluación.  | 01. Gestión de personal y Subcontratados |          |               |
|--|--|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.)      | Promedio | Cualificación |
| B. Objetivos   |  |          |               |
| ¿El trabajo del personal tiene como misión focalizarse en la disponibilidad de la instalación/equipo?              | 10                                       | 8        | Excelente     |
| ¿Está el personal concienciado de este objetivo?   | 10                                       |          | Excelente     |
| ¿Se realizan reuniones periódicas con el fin de informar de los objetivos del departamento y estado de los mismos? | 8  |          | Bueno         |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 14.** Cualificación de los objetivos



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Se evidencia una efectividad excelente, en cuanto a los objetivos del departamento de mantenimiento, concientizados por todo el personal de mantenimiento, aunque no estén escritos en un documento, la autoridad superior se encarga de retroalimentar caso de ser necesario, y una cualificación buena respecto a reuniones periódicas de los involucrados en el Departamento de Mantenimiento.

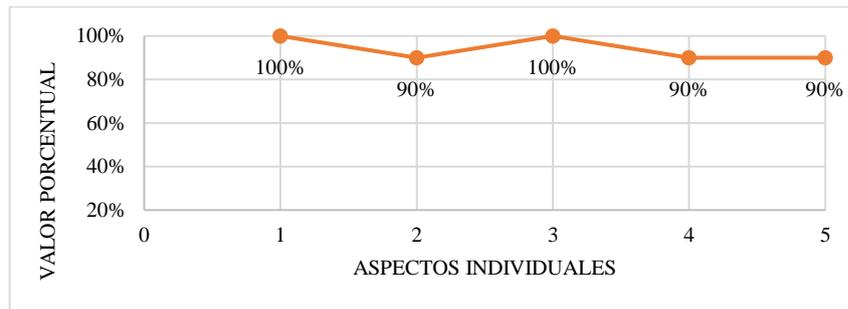
En la siguiente tabla, se cualifican cinco preguntas, pertenecientes al subgrupo C del criterio de auditoría gestión de personal y subcontratados:

**Tabla 6.** Evaluación de la motivación

| Criterio de evaluación.  | 01 Gestión de personal y Subcontratados |          |               |
|--|---|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.)     | Promedio | Cualificación |
| C. Motivación  |   |          |               |
| ¿Existe un trato equitativo y justo del personal?  | 10                                      | 9,40     | Excelente     |
| ¿Se da reconocimiento y o feedback (positivo o negativo) cuando se da la ocasión?  | 9                                       |          | Excelente     |
| ¿Se establece un clima de respeto y escucha generalmente?  | 10                                      |          | Excelente     |
| ¿Se realizan reuniones periódicas con el personal para comunicar los resultados del departamento ver sus objetivos y evolución o planes de futuro del mismo? | 9                                       |          | Excelente     |
| ¿Hay un sistema de sugerencia eficaz y un sistema de gestión de las mismas?  | 9                                       |          | Excelente     |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 15.** Cualificación de la motivación



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

Análisis. Respecto a la motivación, existe una comunicación abierta con valores dentro del Departamento de Mantenimiento, desde el nivel jerárquico superior hasta el nivel jerárquico de operación es decir se da una comunicación ascendente y descendente.

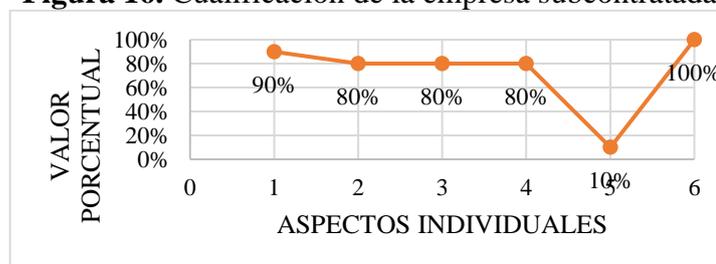
En la siguiente tabla, se cualifican seis preguntas, pertenecientes al subgrupo D del criterio de auditoría gestión de personal y subcontratados:

**Tabla 7.** Evaluación de la empresa subcontratada

| Criterio de evaluación.  | 01 Gestión de personal y Subcontratados |          |               |
|--|---|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.)     | Promedio | Cualificación |
| D. Empresa subcontratada   |   |          |               |
| ¿Se subcontratan servicios por falta de personal cualificado y previa revisión de cargas de trabajo?   | 9                                       | 7,33     | Excelente     |
| ¿Se consideran los costes de subcontratar un servicio frente a gestionarlo con personal propio?  | 8                                       |          | Bueno         |
| ¿Existe algún proceso de evaluación de proveedores en base a know how, tiempo de respuesta, coste, experiencia, cumplimiento normativo de seguridad, etc.? | 8                                       |          | Bueno         |
| ¿Existe un tipo de contrato estándar definido?   | 8                                       |          | Bueno         |
| ¿Existe documentación que indique el procedimiento de tercerización del mantenimiento?   | 1                                       |          | No aceptable  |
| ¿Existe un manual de seguimiento de la empresa subcontratada?  | 10                                      |          | Excelente     |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 16.** Cualificación de la empresa subcontratada



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

Análisis: Referente a la contratación externa del mantenimiento no existe un documento que indique los procedimientos para la contratación externa del mantenimiento, ya sea

para los mismos proveedores de los equipos u otra empresa externa de servicios de mantenimiento. Además, mantenimiento como departamento no se involucra en esta contratación, únicamente fiscaliza el trabajo contratado, y quien se encarga de la contratación es Dirección Ejecutiva.

3.3.3.2 *Evaluación y cualificación de la programación y planificación de trabajos.* Por medio de las siguientes tablas, de la 8 a la 9, que son una recopilación del modelo de auditoría, se muestra la evaluación y cualificación de los subgrupos pertenecientes al segundo criterio de auditoría, y estos son:

A. Generalidades.

B. Orden de trabajo

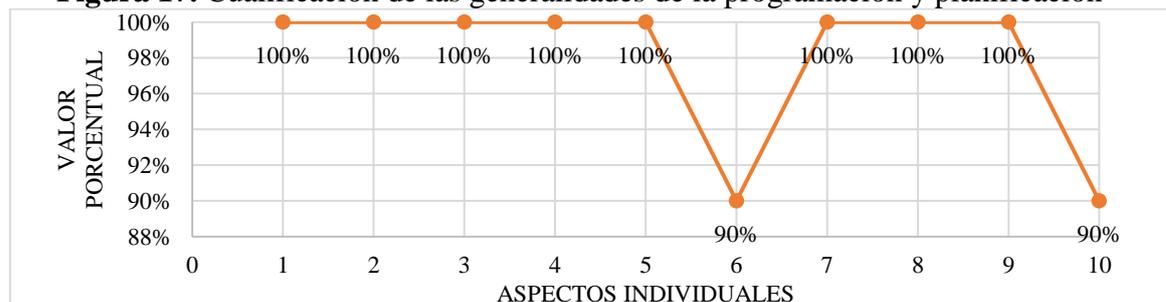
En la siguiente tabla, se cualifican nueve preguntas, pertenecientes al subgrupo A del criterio de auditoría, programación y planificación de los trabajos:

**Tabla 8.** Evaluación de generalidades de la programación y planificación de trabajos

| Criterio de evaluación.  | 02 Programación y planificación de trabajos |          |               |
|--|---|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.)         | Promedio | Cualificación |
| A. Generalidades   |   |          |               |
| ¿Existen peticiones de trabajo al departamento?  | 10  | 9,8      | Excelente     |
| ¿Se priorizan los trabajos?  | 10  |          | Excelente     |
| ¿Existe una carga de trabajo conocida según trabajos pendientes?   | 10  |          | Excelente     |
| ¿Se programan estos trabajos?  | 10  |          | Excelente     |
| ¿Se planifican estos trabajos?   | 10  |          | Excelente     |
| ¿Existe un control de la ejecución y de los resultados obtenidos?  | 9   |          | Excelente     |
| ¿El 95% de los trabajos de mantenimiento se programan y planifican como muy tarde 1 día antes de que se realicen?        | 10  |          | Excelente     |
| ¿Se preparan recambios, herramientas, equipos necesarios y documentación adecuada para la realización de estos trabajos? | 10  |          | Excelente     |
| ¿Sabe el personal un día antes lo que realizará al día siguiente?  | 10  |          | Excelente     |

Fuente: Raúl Capelo, 2016

**Figura 17.** Cualificación de las generalidades de la programación y planificación



Fuente: Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Respecto a la programación y planificación de los trabajos de mantenimiento hay la efectividad en planificar, programar, priorizar y controlar todos los trabajos requeridos al departamento de mantenimiento.

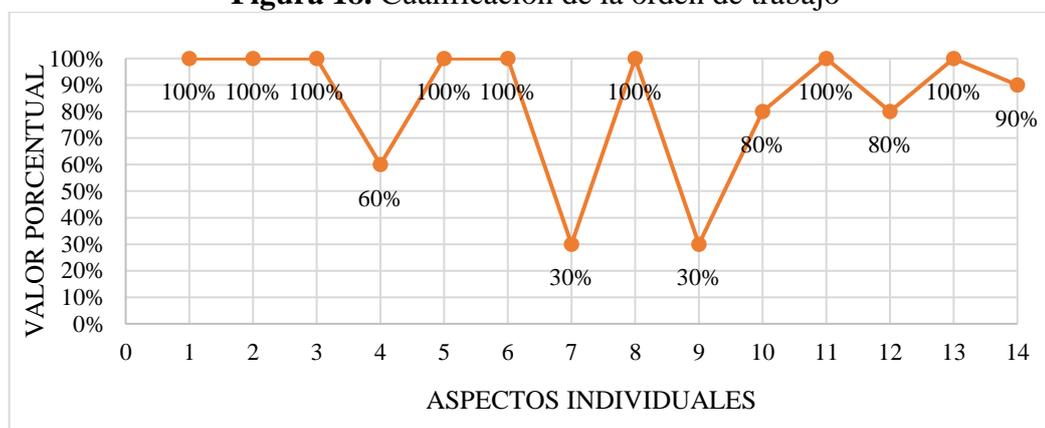
En la siguiente tabla, se cualifican catorce preguntas, pertenecientes al subgrupo B del criterio de auditoría, programación y planificación de los trabajos:

**Tabla 9.** Evaluación de la orden de trabajo

| Criterio de evaluación.   | 02 Programación y planificación de trabajos |          |                |
|---|---|----------|----------------|
|   | Calificación. (1 mín. y 10 máx.)            | Promedio | Cualificación  |
| B. Orden de trabajo   |   |          |                |
| ¿Existe un sistema de órdenes de trabajo?   | 10  | 8,36     | Excelente      |
| ¿Se analiza este sistema para todas las actividades de mantenimiento (preventivo, correctivo)?  | 10  |          | Excelente      |
| ¿Se llenan correctamente la OT?   | 10  |          | Excelente      |
| ¿Se indican claramente las personas y tiempos de realización necesarios, así como el día de realización?  | 6   |          | Poco aceptable |
| ¿Se indican también las herramientas y componentes a sustituir, claramente?   | 10  |          | Excelente      |
| ¿Se indican claramente las instrucciones de seguridad a cumplir?  | 10  |          | Excelente      |
| ¿Tienen instrucciones o procedimientos para la realización del trabajo?   | 3   |          | No aceptable   |
| ¿Se utiliza el sistema de OT para todo tipo de trabajo (mecánico, eléctrico, mejoras, etc..)?   | 10  |          | Excelente      |
| ¿Contempla la OT procedimientos como consignación de máquina, trabajos en altura, corte y soldadura, zonas de riesgo de incendio, etc. Según trabajo a realizar?  | 3   |          | No aceptable   |
| ¿Existen prioridades definidas en la OT?  | 8   |          | Bueno          |
| ¿Se informa al planificador de Ots de cuando se ha finalizado la OT?  | 10  |          | Excelente      |
| ¿Se archivan las OT según equipo y componente?  | 8   |          | Bueno          |
| ¿Es posible para la persona o las personas que ejecutan la OT, indicar en la OT observaciones resultado del trabajo realizado? (tales como) problemas detectados? | 10  |          | Excelente      |
| ¿Se gestiona la OT a través de un GMAO?   | 9   |          | Excelente      |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 18.** Cualificación de la orden de trabajo



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Respecto a las órdenes de trabajo, se evidencia problemas en su estructura, porque no especifica el tiempo necesario para completar la tarea, ni las instrucciones o procedimientos de ejecución de tareas y mucho más procedimiento de consignación de máquinas, trabajos en altura, corte y soldadura, zonas de riesgo de incendio etc. que son muy importantes para la seguridad industrial.

3.3.3.3 *Evaluación y cualificación de la gestión de activos y recambios.* Por medio de las siguientes tablas, de la 10 a la 13, que son una recopilación del modelo de auditoría, se muestra la evaluación y cualificación de los subgrupos pertenecientes al tercer criterio de auditoría, y estos son:

- A. Generalidades
- B. GMAO (gestión del mantenimiento asistida por ordenador)
- C. Renovación de instalaciones
- D. Recambios

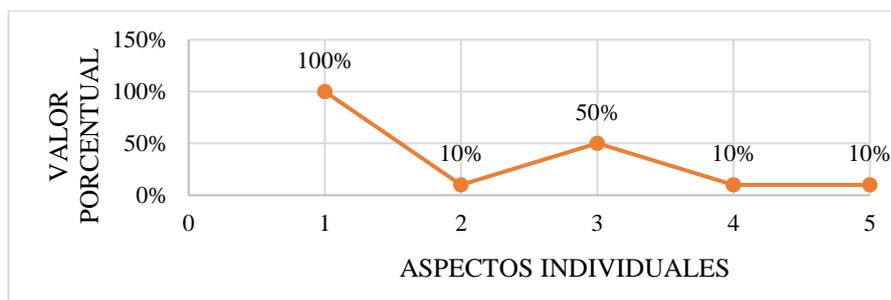
En la siguiente tabla, se cualifican cinco preguntas, pertenecientes al subgrupo A del criterio de auditoría, gestión de activos y recambios:

**Tabla 10.** Evaluación de las generalidades de la gestión de activos y recambios

| Criterio de evaluación.  | 03 Gestión de activos y recambios   |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| A. generalidades   |                                     |          |               |
| ¿Se han listado y codificado todos los activos de la empresa?  | 10                                  | 3,6      | Excelente     |
| ¿Han sufrido un análisis de criticidad con el fin de enfocar los recursos a aquellos activos más críticos? | 1                                   |          | No aceptable  |
| ¿Existen una ficha técnica para cada equipo?   | 5                                   |          | No aceptable  |
| ¿Está definido la jerarquía de los activos físicos; a nivel de cartera, sistema y activos individuales?    | 1                                   |          | No aceptable  |
| ¿Existen procedimientos para la puesta fuera de servicio, retirada y/o traspaso de activos?                | 1                                   |          | No aceptable  |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 19.** Cualificación de las generalidades de la gestión de activos y recambios



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Se evidencia, que, dentro de la gestión de activos y recambios, no se ha realizado un análisis de criticidad a los activos físicos, que establezca la jerarquía de procesos, sistemas y equipos, debido a la falta de conocimiento de ésta metodología por el personal. Por otra parte, no todos los activos disponen de su respectiva ficha técnica debido a que algunos equipos son donados por fundaciones, existiendo únicamente ordenes de entrega- recepción, y otros tienen más de diez años de servicio sin contar con su manual técnico. En cuanto a la jerarquía de activos, no está determinada a nivel de cartera, sistema y activos individuales como establece actualmente la norma EN 16646. Y para la puesta fuera de servicio o retirada de activos no existen de forma explícita los procedimientos necesarios, únicamente se etiqueta al equipo que este fuera de servicio y para la retirada, mantenimiento informa a bodega, las causas del retiro, para que ellos tomen decisiones sobre el destino del activo.

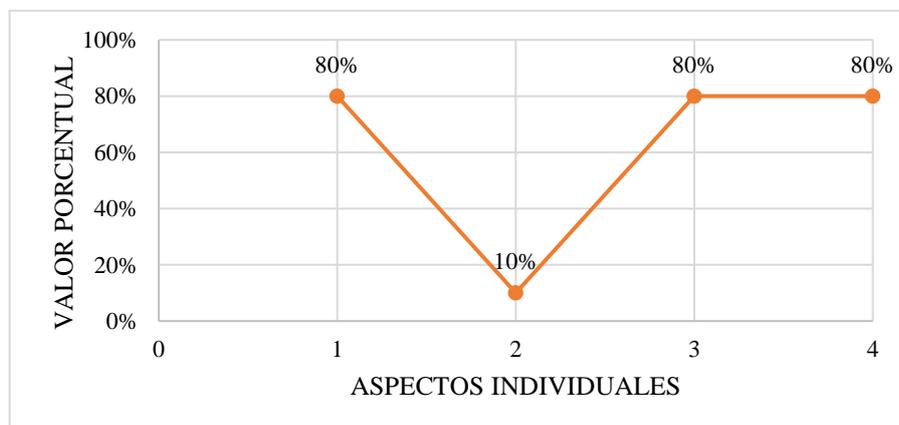
En la siguiente tabla, se cualifican cuatro preguntas, pertenecientes al subgrupo B del criterio de auditoría, gestión de activos y recambios:

**Tabla 11.** Evaluación del GMAO

| <b>Criterio de evaluación.</b>   | <b>03 Gestión de activos y recambios</b> |          |               |
|--|--|----------|---------------|
| B. GMAO (¿Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador?)   | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.)      | Promedio | Cualificación |
| ¿Se utiliza un GMAO o similar?   | 8  | 6,25     | Bueno         |
| ¿Se utiliza un GMAO para la distribución de horas de trabajo?  | 1  |          | No aceptable  |
| ¿Están los planes/fichas de mantenimiento registrados en este sistema y se generan periódicamente de forma automática? | 8  |          | Bueno         |
| ¿Se utiliza el mismo para la planificación de trabajos y control de trabajos pendientes?                               | 8  |          | Bueno         |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 20.** Cualificación del GMAO



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Respecto a la gestión del mantenimiento asistida por ordenador, el programa utilizado para el Departamento de mantenimiento es Excel, en éste no se registra la distribución de horas de trabajo, pero si se tiene un registro del plan de mantenimiento general y de las fichas de trabajo realizadas. El mismo programa sirve para planificar los trabajos y llevar un control de los trabajos ejecutados y pendientes.

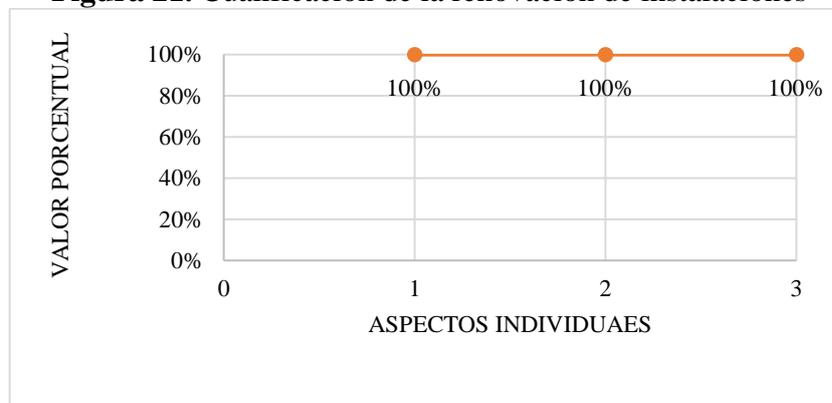
En la siguiente tabla, se cualifican tres preguntas, pertenecientes al subgrupo C del criterio de auditoría, gestión de activos y recambios:

**Tabla 12.** Evaluación de la renovación de instalaciones

| Criterio de evaluación.  | 03 Gestión de activos y recambios   |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| C. Renovación de instalaciones   |                                     |          |               |
| ¿La decisión de renovar equipos/instalaciones considera los costes de mantenimiento?             | 10                                  | 10       | Excelente     |
| ¿Se calcula el coste y beneficio de los diferentes escenarios (reparar, comprar)?                | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Las previsiones de modificaciones/reparaciones se consideran en la preparación de presupuestos? | 10                                  |          | Excelente     |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 21.** Cualificación de la renovación de instalaciones



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** En lo que respecta a la renovación de instalaciones no se presenta ningún problema, pues se considera al modernizar los equipos o instalaciones los costos de mantenimiento, de la misma forma se calcula el coste beneficio entre comprar o reparar, y se consideran las previsiones para la modernización o reparación al momento de preparar el presupuesto para mantenimiento.

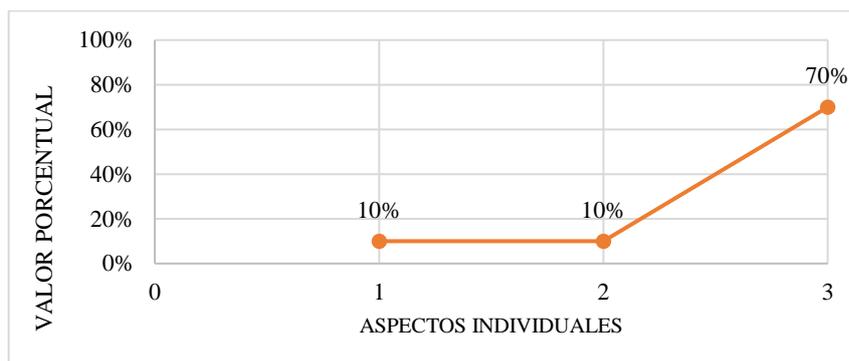
En la siguiente tabla, se cualifican tres preguntas, pertenecientes al subgrupo D, del criterio de auditoría, gestión de activos y recambios:

**Tabla 13.** Evaluación de los recambios

| Criterio de evaluación.                               | 03 Gestión de activos y recambios   |          |               |
|---|-------------------------------------|----------|---------------|
|   | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| D. Recambios  |                                     |          |               |
| ¿Existe un procedimiento de gestión de recambios?     | 1                                   | 3        | No aceptable  |
| ¿Existe una política de estandarización de recambios? | 1                                   |          | No aceptable  |
| ¿Existe un stock mínimo de repuestos?                 | 7                                   |          | Bueno         |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 22.** Cualificación de los recambios



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** De los factores analizados al momento de realizar un recambio, los aspectos con deficiencias son la falta de procedimientos de gestión para los recambios que sean sistemáticos y continuos, y la falta de política de estandarización de recambios. Además, dispone de una bodega, con un stock de repuestos limitado en base al presupuesto destinado por Dirección Ejecutiva de la Institución, siendo un problema no contar con repuestos críticos disponibles, que en un momento van a salvar la vida en realizar actividades de mantenimiento.

3.3.3.4 *Evaluación y cualificación de los costes y compras.* Por medio de las siguientes tablas, de la 14 a la 15, que son una recopilación del modelo de auditoría, se muestra la evaluación y cualificación de los subgrupos pertenecientes al cuarto criterio de auditoría, y estos son:

- A. Costes
- B. Compras

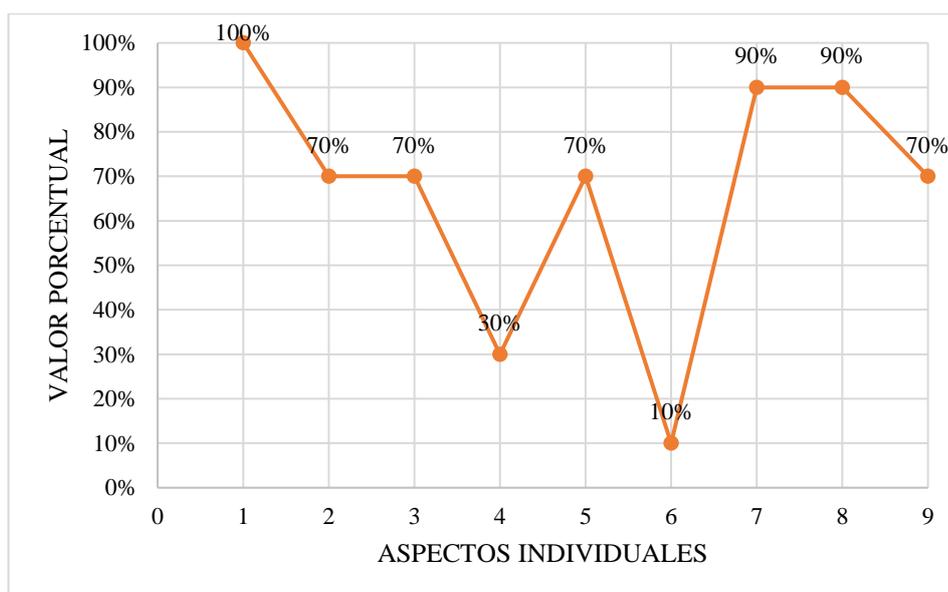
En la siguiente tabla, se cualifican ocho preguntas, pertenecientes al subgrupo A del criterio de auditoría, costes y compras:

**Tabla 14. Evaluación de los costes**

| Criterio de evaluación.  | 04 Costes y compras                 |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
| A. Costes  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| ¿Existe un presupuesto para el departamento previamente aprobado?  | 10                                  | 6,67     | Excelente     |
| ¿Existe una estructura de costes de mantenimiento bien definida?   | 7                                   |          | Bueno         |
| ¿Están los costes definidos por áreas de servicio?   | 7                                   |          | Bueno         |
| ¿Están los costes definidos por etapas del ciclo de vida de los activos?   | 3                                   |          | No aceptable  |
| ¿Hay un control mensual de estos costes?   | 7                                   |          | Bueno         |
| ¿Existe un control del coste con referencia a unos Kpi's previamente establecidos?   | 1                                   |          | No aceptable  |
| ¿Se conocen los costes de compra de los componentes principales de los equipos?  | 9                                   |          | Excelente     |
| ¿Se conocen los costes de mantenimiento de los componentes principales de los equipos?   | 9                                   |          | Excelente     |
| ¿Existen costes desglosados como fijos y/o variables? Fijos (personal, mantenimiento planificado, inversiones). Variables (personal, recambios, energía, alquiler) | 7                                   |          | Bueno         |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 23. Cualificación de los costes.**



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Referente a los costes de mantenimiento, se evidencia que no existen definidos los costos de mantenimiento por equipos y componentes, únicamente existe por áreas de servicio, de manera general, donde se registran las órdenes de compra, mano de obra contratada y otros recursos utilizados, este registro de costos maneja el área financiera de SOLCA. Además, no existe un cálculo del costo del ciclo de vida de los activos, ni un control mensual de los costos de mantenimiento mediante indicadores claves de desempeño, debido a la falta de conocimiento de estos KPI's económicos.

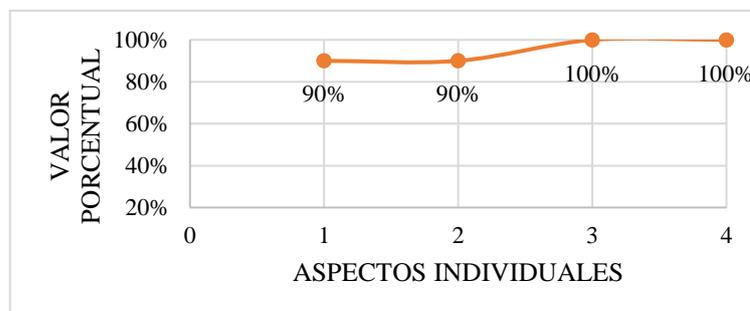
En la siguiente tabla, se cualifican cuatro preguntas, pertenecientes al subgrupo B del criterio de auditoría, costes y compras:

**Tabla 15.** Evaluación compras

| Criterio de evaluación.  | 04 Costes y compras                 |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| B. Compras   |                                     |          |               |
| ¿Existe un procedimiento de compras? ¿Se aplica?   | 9                                   | 9,5      | Excelente     |
| ¿Especifica este procedimiento los niveles de autorización requeridos en relación con la cuantía del pedido? | 9                                   |          | Excelente     |
| ¿El procedimiento de compras cumple con las necesidades de flexibilidad y velocidad?                         | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Se comprueba cada orden de compra con la especificación técnica?  | 10                                  |          | Excelente     |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 24.** Cualificación de compras



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Los aspectos analizados en el proceso de compras evidencian una efectividad excelente, tanto en su procedimiento, niveles de autorización, flexibilidad y velocidad en el procedimiento de compras, y la comprobación de especificaciones técnicas de compra.

3.3.3.5 *Evaluación y cualificación del mantenimiento.* Por medio de las siguientes tablas, de la 16 a la 21, que son una recopilación del modelo de auditoría, se muestra la evaluación y cualificación de los subgrupos pertenecientes al cuarto criterio de auditoría, y estos son:

- A. Generalidades
- B. Estrategia de mantenimiento
- C. Mantenimiento de primera línea
- D. Mantenimiento en la recepción y aceptación
- E. Método y rutinas de mantenimiento

## F. Mantenimiento en el diseño. Diseño para la mantenibilidad

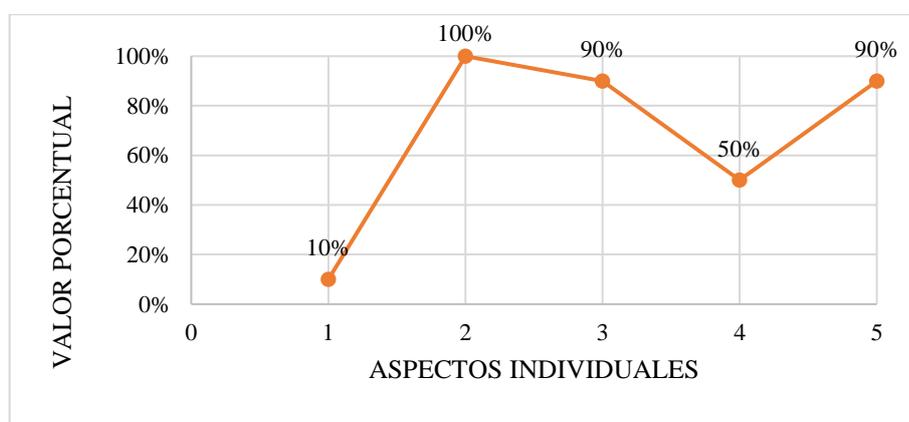
En la siguiente tabla, se cualifican cinco preguntas, pertenecientes al subgrupo A del criterio de auditoría, mantenimiento.

**Tabla 16.** Evaluación de las generalidades del mantenimiento

| Criterio de evaluación.   | 05 Mantenimiento                    |          |               |
|---|-------------------------------------|----------|---------------|
|   | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| A. Generalidades  |                                     |          |               |
| ¿Existen políticas establecidas dentro del departamento de mantenimiento?   | 1                                   | 6,8      | No aceptable  |
| ¿Existe el mantenimiento de primera línea realizado por el personal que conduce la línea y con formación adecuada?      | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Existen rutas claramente definidas (limpieza, engrase, inspección) para el mantenimiento de primera línea?             | 9                                   |          | Excelente     |
| ¿Existe una misión y visión del departamento con objetivos para gestión del mantenimiento y gestión de activos físicos? | 5                                   |          | No aceptable  |
| ¿Se reconoce más el trabajo preventivo del personal que se anticipa a problemas importantes que el trabajo correctivo?  | 9                                   |          | Excelente     |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 25.** Cualificación de las generalidades del mantenimiento



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** De los aspectos analizados en cuanto al criterio de mantenimiento, se encuentran deficiencias dentro del Departamento de Mantenimiento, ya que, carece de políticas que tengan que ver con la gestión del mantenimiento, debido a un desconocimiento de los beneficios de establecer políticas para el departamento de mantenimiento.

Otro aspecto con cualificación no aceptable, es documentar la misión, visión y los objetivos del departamento de mantenimiento que se encuentran de manera implícita, por

falta de organización administrativa de la documentación que debería tener el departamento de mantenimiento.

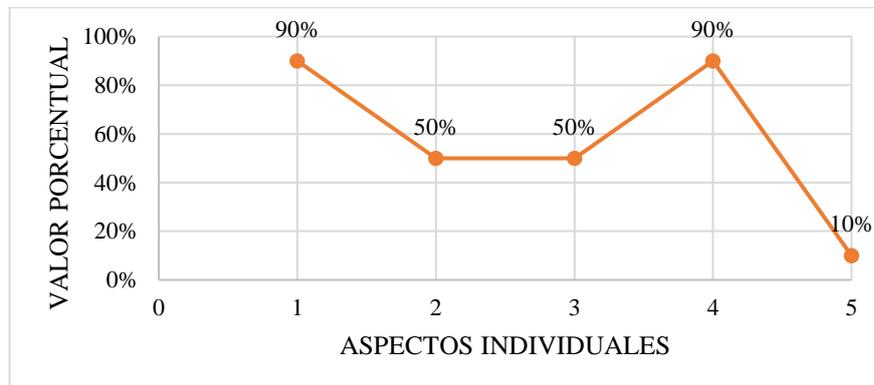
En la siguiente tabla, se cualifican cinco preguntas, pertenecientes al subgrupo B del criterio de auditoría, mantenimiento:

**Tabla 17.** Evaluación de las estrategias del mantenimiento

| Criterio de evaluación.  | 05 Mantenimiento                    |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| B. Estrategia de mantenimiento   |                                     |          |               |
| ¿Está mantenimiento integrado con los objetivos de la institución?   | 9                                   | 5,8      | Excelente     |
| ¿Hay objetivos específicos medibles para mantenimiento?  | 5                                   |          | No aceptable  |
| ¿Entiende todo el personal los objetivos establecidos, así como la necesidad de su involucración para consecución de los mismos? | 5                                   |          | No aceptable  |
| ¿Se toman e implementan acciones de mejora para mejorar la eficiencia del mantenimiento?   | 9                                   |          | Excelente     |
| ¿Se mide la efectividad de estas acciones?   | 1                                   |          | No aceptable  |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 26.** Cualificación de la estrategia de mantenimiento



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Respecto a la estrategia de mantenimiento, se evidencia que los objetivos del departamento de mantenimiento son implícitos, analizados anteriormente en la tabla 16, por lo tanto, no han sido medibles cuantitativamente, a pesar de saber que, la seguridad industrial y la disponibilidad de los equipos es lo que debe prevalecer en la Institución, no han sido medidos por desconocimiento del método de cálculo, esto también se ve afectado en el nivel de eficacia con que se logran los objetivos implícitos para todo el personal de mantenimiento. Otra deficiencia es que se toman acciones de mejora en la efectividad del mantenimiento, tratando de optimizar tiempo y recursos, pero no se las cuantifica debido al desconocimiento de indicadores claves de mantenimiento.

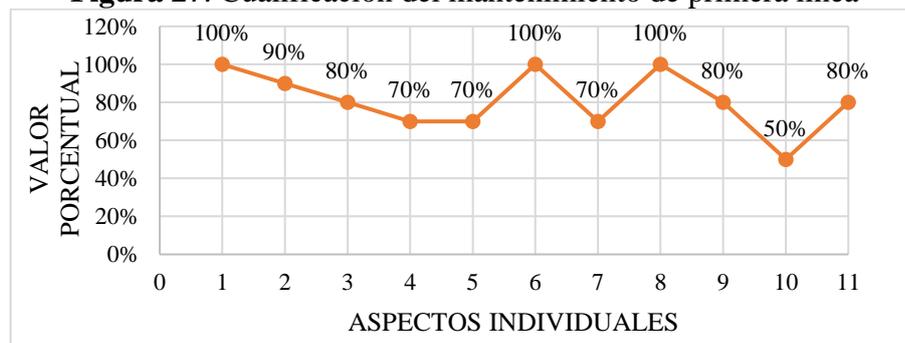
En la siguiente tabla, se cualifican once preguntas, pertenecientes al subgrupo C del criterio de auditoría, mantenimiento:

**Tabla 18.** Evaluación del mantenimiento de primera línea

| Criterio de evaluación.  | 05 Mantenimiento                    |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| C. Mantenimiento de primera línea  |                                     |          |               |
| ¿El personal es consciente de la importancia del orden y limpieza de la instalación?   | 10                                  | 8,09     | Excelente     |
| ¿Trabaja producción y mantenimiento conjuntamente de acuerdo con el plan de mantenimiento establecido?                                 | 9                                   |          | Excelente     |
| ¿Está el equipo directivo concienciado sobre la importancia de la aplicación del plan de mantenimiento?                                | 8                                   |          | Bueno         |
| ¿Dispone cada una de las instalaciones de su plan de mantenimiento claramente definido y visible en la instalación?                    | 7                                   |          | Bueno         |
| ¿Se fiscaliza tanto la realización (modo) como el cumplimiento (periodicidad) del plan de mantenimiento?                               | 7                                   |          | Bueno         |
| ¿Existe una lista tipo checklist (comprobación de puntos) para la realización de tareas definidas?                                     | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Ha recibido la personal formación referente al trabajo a realizar, así como la normativa de seguridad a cumplir?                      | 7                                   |          | Bueno         |
| ¿Existe una programación diaria donde se incluya todas las actividades de mantenimiento?   | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Se revisa diariamente esta planificación con las áreas de servicio y comunicada al personal/área afectada?                            | 8                                   |          | Bueno         |
| ¿Existe algún sistema para registrar la realización de estas actividades? ¿Existe un seguimiento de acuerdo a unos KPI's establecidos? | 5                                   |          | No aceptable  |
| ¿Se realizan reuniones diarias breves para revisión y control de las tareas programadas?   | 8                                   |          | Bueno         |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 27.** Cualificación del mantenimiento de primera línea



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** De los factores analizados sobre el mantenimiento de primera línea, se detecta problemas en cuanto a la programación y planificación de las tareas, son realizadas y registradas en Excel, pero no existe el seguimiento de acuerdo a unos KPI's establecidos, que relacione las tareas pendientes y las realizadas, por el mismo motivo en aspectos anteriores por el desconocimiento de indicadores organizacionales que miden la efectividad del mantenimiento.

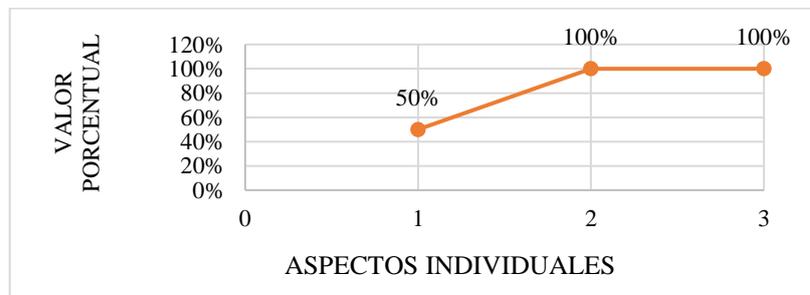
En la siguiente tabla, se cualifican tres preguntas, pertenecientes al subgrupo D del criterio de auditoría, mantenimiento:

**Tabla 19.** Evaluación del mantenimiento en la recepción y aceptación de la instalación

| Criterio de evaluación.   | 05 Mantenimiento                    |          |               |
|---|-------------------------------------|----------|---------------|
| D. Mantenimiento en la recepción y aceptación de la instalación                   | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| ¿Existe un procedimiento de aceptación de la maquinaria comprada e instalada?     | 5                                   | 8,3      | No aceptable  |
| ¿Se verifican las prescripciones de compra de la máquina?                         | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Participa en esta aceptación personal de mantenimiento, producción e ingeniería? | 10                                  |          | Excelente     |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 28.** Cualificación del mantenimiento en la recepción y aceptación de la instalación



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** El aspecto que tiene una cualificación no aceptable, sobre el mantenimiento en la recepción es que existen procedimientos de aceptación de la maquinaria comprada e instalada pero en palabras, no está escrito dentro de la documentación del mantenimiento, donde Dirección Ejecutiva compra la maquinaria, verifica características técnicas Mantenimiento y se entrega a bodega para que luego sea retirada por el departamento de mantenimiento para su instalada o en caso los mismos proveedores instalan, participando Mantenimiento como fiscalizadores.

En la siguiente tabla 20, se cualifican cinco preguntas, pertenecientes al subgrupo E del criterio de auditoría, mantenimiento.

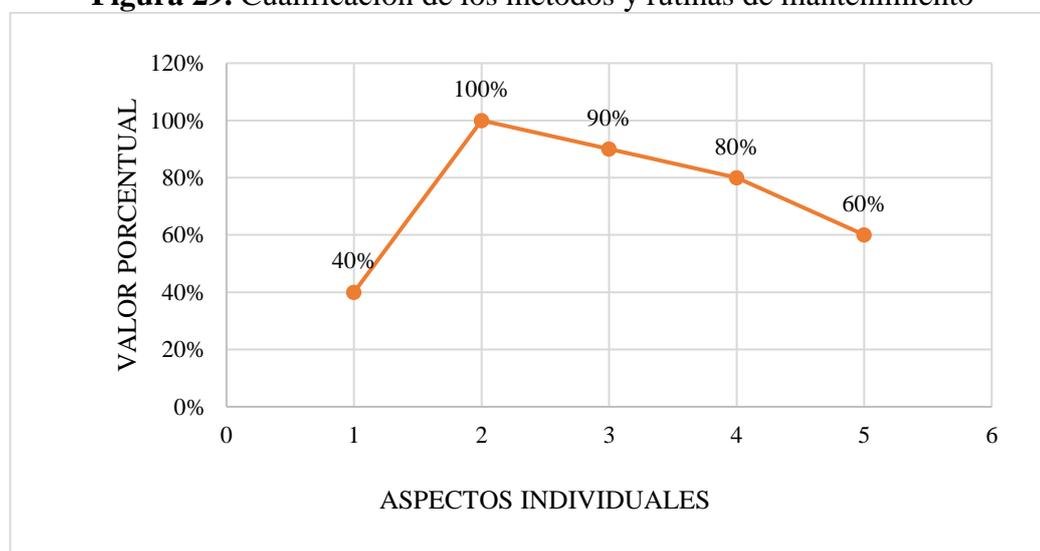
**Análisis:** Dentro de los aspectos analizados sobre los métodos y rutinas de mantenimiento, las deficiencias encontradas son; la falta de procedimientos en la operación del mantenimiento documentados, y la falta de especificaciones como; las capacidades, materiales y herramientas necesarias para estos procedimientos.

**Tabla 20.** Evaluación de los métodos y rutinas de mantenimiento

| Criterio de evaluación.   | 05 Mantenimiento                    |          |                |
|---|-------------------------------------|----------|----------------|
|   | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación  |
| E. Método y rutinas de mantenimiento  |                                     |          |                |
| ¿Se han definido procedimientos de operación de mantenimiento?  | 4                                   | 7,4      | No aceptable   |
| ¿En el mantenimiento de primera línea, se realizan tareas básicas de limpieza, inspección y engrase?  | 10                                  |          | Excelente      |
| ¿Existen procedimientos de mantenimiento definidos para inspecciones periódicas (checklist, descripciones, pasos a seguir, frecuencia, etc.)? | 9                                   |          | Excelente      |
| ¿Se sigue filosofía “Poka Yoke” al realizar procedimientos para evitar errores en la realización del procedimiento?                           | 8                                   |          | Bueno          |
| ¿Se especifica en los procedimientos las capacidades, materiales y herramientas, necesarias?  | 6                                   |          | Poco aceptable |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 29.** Cualificación de los métodos y rutinas de mantenimiento



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

En la siguiente tabla 21, se cualifican cuatro preguntas, pertenecientes al subgrupo F del criterio de auditoría, mantenimiento.

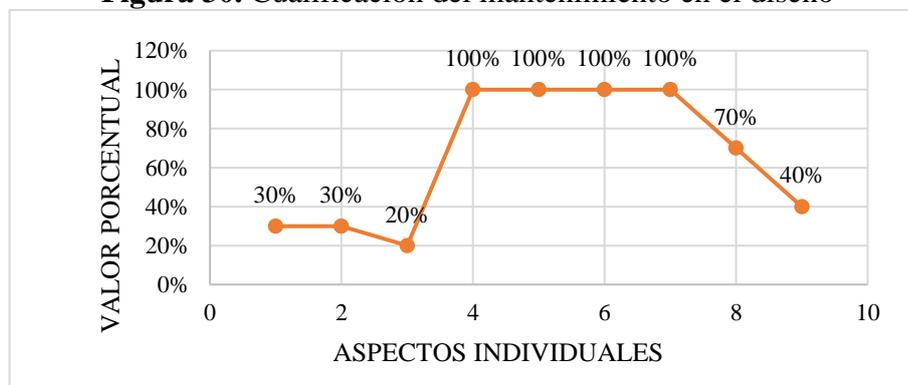
**Análisis:** Dentro de los aspectos analizados referentes al mantenimiento en el diseño se encontraron falencias, al no tener procedimientos por escrito de modificación, tanto en las instalaciones eléctricas como en los equipos, debido a una falta de organización en la administración del mantenimiento. Y respecto al proceso de selección y recepción del equipo, mantenimiento no practica el análisis de modos y efectos de falla completo, únicamente se analizan de forma implícita los probables fallos que se pueden dar en su ciclo de vida, esto se da porque existe un desconocimiento de todo el proceso de realizar un AMEF.

**Tabla 21.** Evaluación del mantenimiento en el diseño

| Criterio de evaluación.  | 05 Mantenimiento                    |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| F. Mantenimiento en el diseño. Diseño para la mantenibilidad.  |                                     |          |               |
| ¿Existe un procedimiento de “modificación” de instalaciones/equipos?   | 3                                   | 6,56     | No aceptable  |
| ¿El procedimiento de modificación tiene en cuenta cuestiones de mantenimiento?   | 3                                   |          | No aceptable  |
| ¿El procedimiento de modificación explica como actualizar la documentación técnica existente?  | 2                                   |          | No aceptable  |
| ¿Se tiene presente a mantenimiento en la selección de equipos nuevos, modificaciones, diseño, instalación o proceso de compra?   | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Se utiliza la experiencia del departamento de mantenimiento al seleccionar nuevo equipo o realizar modificaciones en el actual?   | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Se tiene presente la mantenibilidad y fiabilidad en la compra o diseño de nuevos equipos?   | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Se tiene en cuenta la accesibilidad, a cada uno de los componentes de la nueva máquina, instalación para poder realizar adecuadamente inspecciones u otras tareas de mantenimiento? | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Se tiene presente la estandarización de componentes al comprar o diseñar un nuevo equipo?   | 7                                   |          | Bueno         |
| ¿Participa mantenimiento en el análisis FMEA utilizado en el proceso de selección y recepción del equipo?  | 4                                   |          | No aceptable  |

Fuente: Raúl Capelo, 2016

**Figura 30.** Cualificación del mantenimiento en el diseño



Fuente: Raúl Capelo, 2016

3.3.3.6 *Evaluación y cualificación de la documentación.* Por medio de la tabla 22, que es una recopilación del modelo de auditoría, se muestra la evaluación y cualificación de las cuestiones del criterio de auditoría; documentación del mantenimiento existente.

**Análisis:** De los aspectos referentes a la documentación del mantenimiento, se encontró que; todos los equipos tienen su respectiva codificación, pero no, de sus componentes y subcomponentes, dándose problemas al momento de recambios de componentes sin código, únicamente se especifican en la orden de trabajo el nombre del componente y el

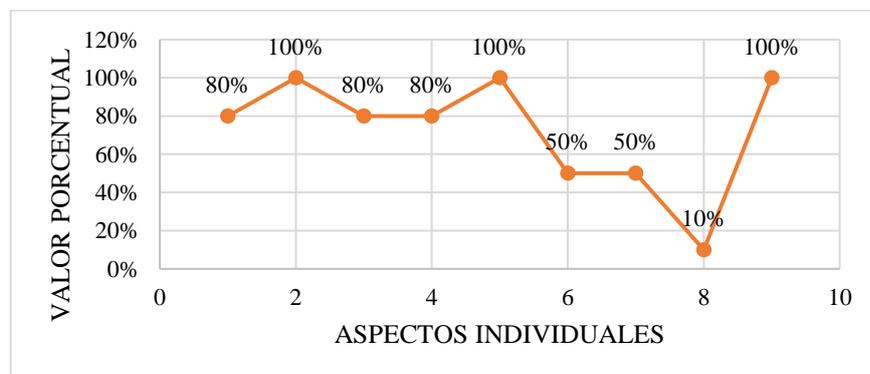
equipo al que pertenece, esto sucede porque existen tantos equipos, sin diagramas de despiece y poner códigos a los componentes y subcomponentes sería en un tiempo prolongado.

**Tabla 22.** Evaluación de la documentación

| Criterio de evaluación.  | 06 Documentación                    |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| Documentación.   |                                     |          |               |
| ¿Existe un diagrama del proceso de la instalación?   | 8                                   | 7,2      | Bueno         |
| ¿Existen diagramas para las canalizaciones de las instalaciones?   | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Se actualiza esta documentación de manera sistemática y periódica?  | 8                                   |          | Bueno         |
| ¿Se tiene fácil acceso a esta información?   | 8                                   |          | Bueno         |
| ¿Existe un listado y numeración de los equipos perteneciente a cada proceso?   | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Los componentes de un equipo, así como sus subcomponentes, disponen de numeración o código?                                   | 5                                   |          | No aceptable  |
| ¿Se utiliza esta numeración de forma habitual como parte de la documentación técnica, solicitud de recambio y/u orden trabajo? | 5                                   |          | No aceptable  |
| ¿Existe un despiece para cada equipo y sus componentes con su código perfectamente especificado?                               | 1                                   |          | No aceptable  |
| ¿Existe algún procedimiento para conservar y actualizar esta información?  | 10                                  |          | Excelente     |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 31.** Cualificación de la documentación



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

3.3.3.7 *Evaluación y cualificación de la mejora continua.* Por medio de las siguientes tablas, de la 23 a la 28, que son una recopilación del modelo de auditoría, se muestra la evaluación y cualificación de los subgrupos del séptimo criterio de auditoría, y estos son:

- A. Generalidades
- B. Benchmarking
- C. Indicadores claves de desempeño

D. Equipos de mejora multidepartamentales

E. Control de rendimientos

F. Análisis de modos de fallos y efectos

Dentro de este criterio se menciona el benchmarking y es necesario definirlo; es un proceso de medición continuo y sistemático, que mide y compara continuamente los procesos empresariales de una organización contra los procesos de los líderes, para obtener información que ayude a la organización a desarrollar acciones que mejoren su presentación, permitiendo identificar lo mejor de lo mejor. (BOXWELL, 1995)

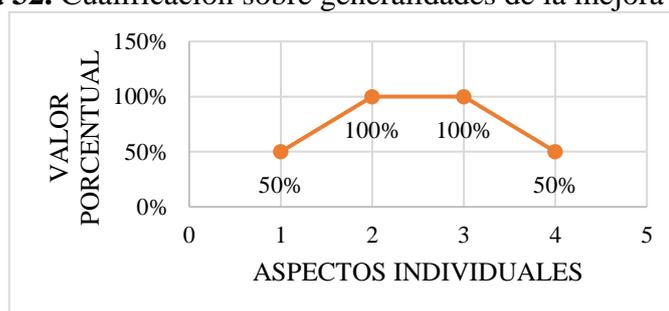
En la siguiente tabla, se cualifican cuatro preguntas, pertenecientes al subgrupo A del criterio de auditoría, mejora continua:

**Tabla 23.** Evaluación sobre generalidades de la mejora continua

| Criterio de evaluación.   | 07 Mejora continua                  |          |               |
|---|-------------------------------------|----------|---------------|
|   | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| A. Generalidades  |                                     |          |               |
| ¿Se analizan los paros operacionales más importantes y las causas de las mismas mediante FMEA estableciendo acciones correctoras sostenibles y factibles? | 5                                   | 7,5      | No aceptable  |
| ¿Se analizan las causas que producen a una disminución operacional por disminución de velocidad de la línea?  | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Se actualiza plan de mantenimiento cada 1-2 años de acuerdo con horas trabajadas y resultados obtenidos?   | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Se aplican técnicas estadísticas?  | 5                                   |          | No aceptable  |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 32.** Cualificación sobre generalidades de la mejora continua



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

Análisis: Referente al análisis de los aspectos de mejora continua, existe falencias, para el análisis de los paros operacionales más importantes, por medio de la metodología de AMEF, para conocer sus causas y poder tomar acciones correctoras que sean técnicamente factibles y sostenibles, estas falencias se deben a un desconocimiento de la

aplicación del AMEF y el diagrama de evaluación de tareas. Otra deficiencia detectada es la falta de técnicas estadísticas que evidencien la efectividad del mantenimiento aplicado, esto se da por no saber utilizar de manera correcta la información obtenida por medio de los historiales de los equipos que son las ordenes de trabajo ejecutadas.

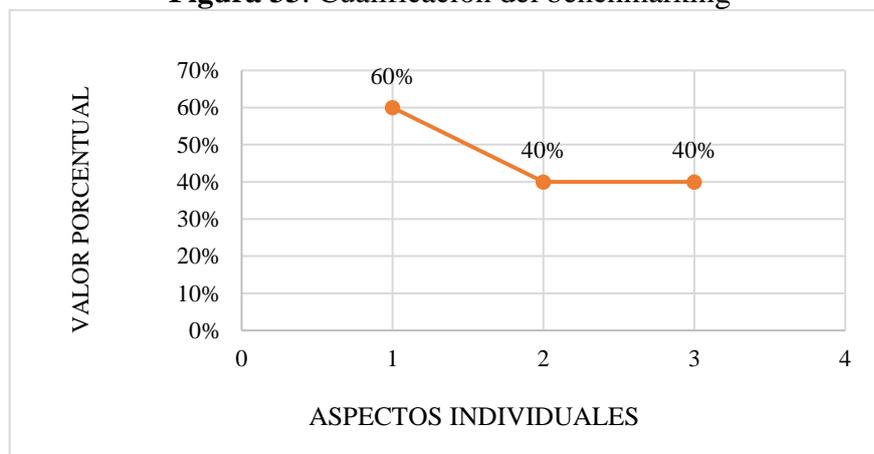
En la siguiente tabla, se cualifican tres preguntas, pertenecientes al subgrupo B del criterio de auditoría, mejora continua:

**Tabla 24.** Cualificación de benchmarking

| Criterio de evaluación.   | 07 Mejora continua                  |          |                |
|---|-------------------------------------|----------|----------------|
|   | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación  |
| B. Benchmarking   |                                     |          |                |
| ¿Existe una política de mejora basada en el Benchmarking?       | 6                                   | 4,67     | Poco aceptable |
| ¿Se revisan y comunican los resultados de Benchmarking?         | 4                                   |          | No aceptable   |
| ¿Se utilizan estos resultados para implementar planes de mejora | 4                                   |          | No aceptable   |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 33.** Cualificación del benchmarking



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** En el Benchmarking, se detecta un aspecto poco aceptable, pues existe la política de mejora continua de manera implícita dentro del departamento de mantenimiento, pero no basada en la técnica de Benchmarking, que sea de manera sistémica y continua por tanto tenemos otros dos aspectos no aceptables, el primero es no tener resultados del Benchmarking medibles, ya sean cualitativamente o cuantitativamente y el otro, es no poder implementar planes de mejora en base a los resultados medidos, este anglicismo de benchmarking es nuevo para el departamento de mantenimiento por tal razón no se ha practicado.

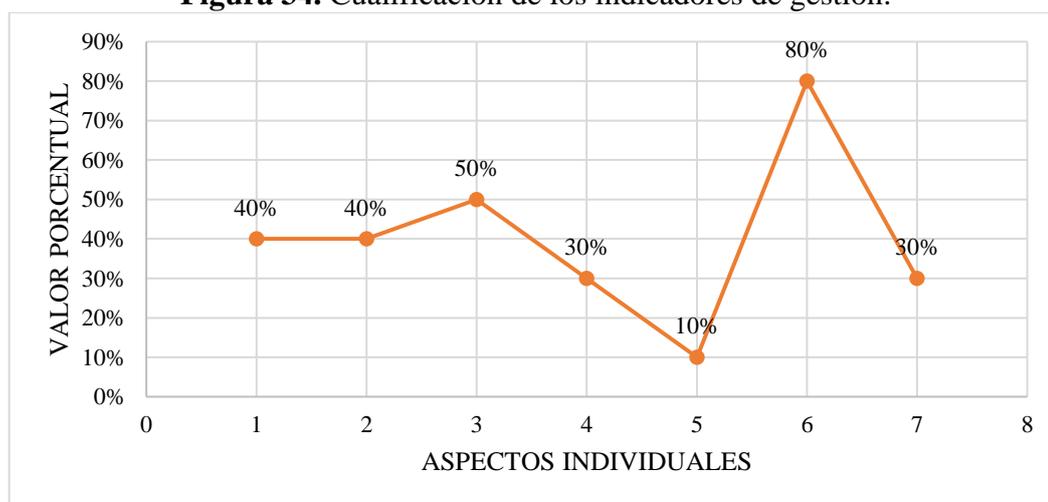
En la siguiente tabla, se cualifican siete preguntas, pertenecientes al subgrupo C del criterio de auditoría, mejora continua:

**Tabla 25.** Evaluación de los indicadores de gestión

| Criterio de evaluación.  | 07 Mejora continua                  |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| C. Indicadores de gestión (KPI's, Key Performance Indicators)  |                                     |          |               |
| ¿Hay establecidos indicadores de gestión operativos y económicos?  | 4                                   | 4,00     | No aceptable  |
| ¿Especifican las definiciones de estos indicadores métodos de cálculo, fuentes de información, frecuencia y responsabilidades? | 4                                   |          | No aceptable  |
| ¿Conocen todas las áreas y personal implicado estos indicadores y su definición particular?                                    | 5                                   |          | No aceptable  |
| ¿Se han establecido objetivos para cada uno de los indicadores en cuestión?  | 3                                   |          | No aceptable  |
| ¿Se realiza "benchmarking" de estos indicadores?   | 1                                   |          | No aceptable  |
| ¿Se utiliza estos indicadores como base para tomar decisiones?   | 8                                   |          | Bueno         |
| ¿Se comunican los indicadores alcanzados, periódicamente, al personal?   | 3                                   |          | No aceptable  |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 34.** Cualificación de los indicadores de gestión.



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Referente a los indicadores claves de desempeño, se encontraron muchos aspectos no aceptables; la falta de capacitación es la causa de las deficiencias encontradas para poder establecer indicadores organizacionales, operativos y financieros, el desconocimiento hace que su definición, su método de cálculo y los objetivos que persiguen no sean puestos en práctica.

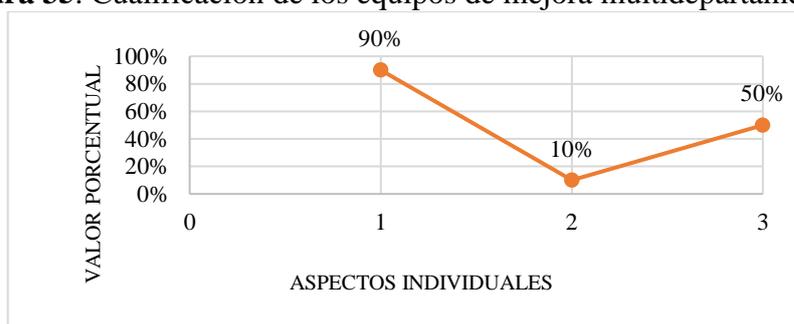
En la siguiente tabla, se cualifican tres preguntas, pertenecientes al subgrupo D del criterio de auditoría, mejora continua:

**Tabla 26.** Evaluación de los grupos de mejora multidepartamentales

| Criterio de evaluación.  | 07 Mejora continua                  |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| D. Grupos de mejora multidepartamentales   |                                     |          |               |
| ¿Se utilizan grupos formados por personal de diferentes departamentos para la solución de problemas importantes? | 9                                   | 5        | Excelente     |
| ¿Las prácticas y métodos de análisis de fallos, utilizan grupos de Mejora Multidepartamentales?                  | 1                                   |          | No aceptable  |
| ¿Existen reuniones periódicas, así como una planificación para estos grupos multidepartamentales?                | 5                                   |          | No aceptable  |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 35.** Cualificación de los equipos de mejora multidepartamentales



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Respecto a los equipos de mejora multidepartamentales, los aspectos no aceptables son; la falta de participación de personas de las diferentes áreas de servicio para el método y práctica en el análisis de los fallos, ya que solo cuando son fallos mayores, mantenimiento y jefes departamentales participan para buscar soluciones a los fallos funcionales presentados, como también la falta de reuniones periódicas y la planificación de estos grupos multidepartamentales, siendo necesarias para disminuir las consecuencias de los modos de fallo.

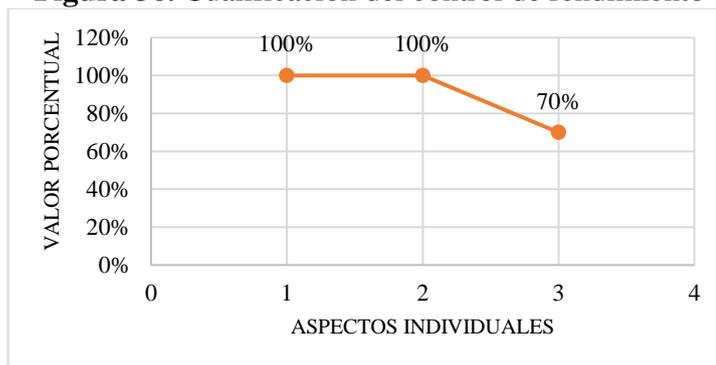
En la siguiente tabla, se cualifican tres preguntas, pertenecientes al subgrupo E del criterio de auditoría, mejora continua:

**Tabla 27.** Evaluación del control de rendimiento

| Criterio de evaluación.  | 07 Mejora continua                  |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| E. Control de rendimientos   |                                     |          |               |
| ¿Existe algún sistema para registrar tiempos de paro o rendimiento de las instalaciones? | 10                                  | 9        | Excelente     |
| ¿Los tiempos de paro y rendimiento, se registran para cada máquina/línea de producción?  | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Los tiempos de paro (paros de larga duración) son analizados, así como sus causas?      | 7                                   |          | Bueno         |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 36.** Cualificación del control de rendimiento



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** De los aspectos analizados dentro del control de rendimientos se detecta un bajo nivel en la técnica de análisis de los tiempos de paro y sus causas, debido al desconocimiento del AMEF y de las buenas prácticas de mantenimiento.

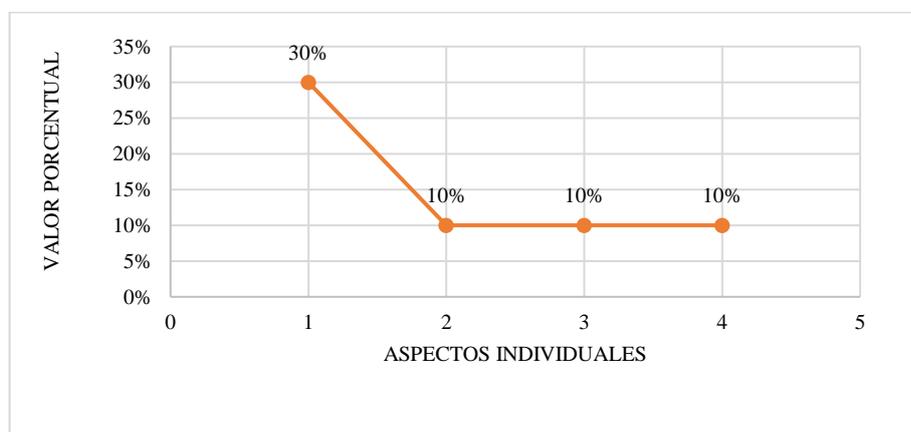
En la siguiente tabla, se cualifican cuatro preguntas, pertenecientes al subgrupo F del criterio de auditoría, mejora continua:

**Tabla 28.** Evaluación del análisis de modos y efectos de fallo

| Criterio de evaluación.  | 07 Mejora continua                  |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| F. AMEF  |                                     |          |               |
| ¿Mantenimiento, producción, compras e ingeniería, comprenden los conceptos de FMEA?    | 3                                   | 1,5      | No aceptable  |
| ¿Se realiza formación en AMEF?   | 1                                   |          | No aceptable  |
| ¿Se utilizan técnicas de AMEF al desarrollar planes preventivos para equipos críticos? | 1                                   |          | No aceptable  |
| ¿Se cuantifica económicamente el valor de los resultados de FMEA?                      | 1                                   |          | No aceptable  |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 37.** Cualificación del análisis de modos y efectos de fallo



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Referente a la técnica del análisis de modos y efectos de fallo, se encontraron todos los aspectos no aceptables, por desconocimiento del método, falta de capacitación y utilización del mismo, únicamente afirman analizar las causas de los fallos, pero no analizan sus modos de fallo, sus consecuencias y efectos para poder tomar las mejores prácticas del mantenimiento basado en el diagrama de evaluación de tareas del RCM.

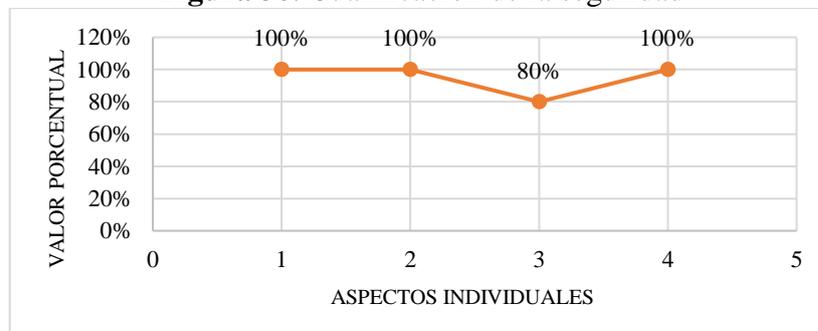
3.3.3.8 *Evaluación y cualificación de la seguridad.* Por medio de la tabla 29, que es una recopilación del modelo de auditoría, se muestra la evaluación y cualificación de las cuestiones del criterio de auditoría, seguridad.

**Tabla 29.** Evaluación de la seguridad

| Criterio de evaluación.  | 08 Seguridad                        |          |               |
|--|-------------------------------------|----------|---------------|
|  | Calificación.<br>(1 mín. y 10 máx.) | Promedio | Cualificación |
| Seguridad  |                                     |          |               |
| ¿Existe una política de seguridad permanente implantada y respetada? “Seguridad Primero”                         | 10                                  | 9,5      | Excelente     |
| ¿Se han evaluado los riesgos según el puesto de trabajo?   | 10                                  |          | Excelente     |
| ¿Se han establecido procedimientos y normativa específica para el desempeño seguro del trabajo de mantenimiento? | 8                                   |          | Bueno         |
| ¿Es "el cumplimiento de la normativa de seguridad" el objetivo prioritario del departamento?                     | 10                                  |          | Excelente     |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Figura 38.** Cualificación de la seguridad



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** De los aspectos analizados en cuanto a la seguridad, se evidencia una buena efectividad en cuanto a la seguridad primero, realización de trabajos seguros y procedimientos de seguridad bajo normativa.

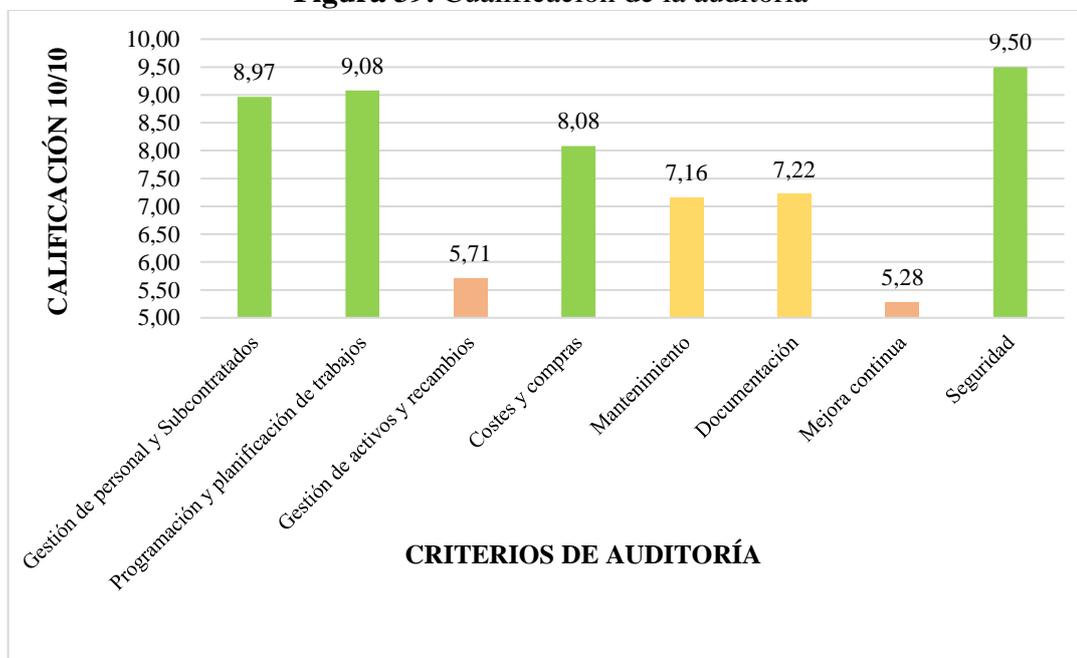
3.3.4 *Resumen de los criterios auditadas.* Mediante una recolección de valores se ha resumido la auditoría de la gestión del mantenimiento en la siguiente tabla, tomando un promedio de los subgrupos, para los ocho criterios auditados, para saber las áreas que tienen mayor problema dando la solución a las oportunidades de mejora encontradas.

**Tabla 30.** Resumen de la auditoría

| CRITERIOS DE AUDITORÍA                   | CALIFICACIÓN 10/10 | CUALIFICACIÓN  | OPORTUNIDADES DE MEJORA |
|--|--------------------|----------------|-------------------------|
| Gestión de personal y Subcontratados     | 8,97               | EXCELENTE      | 3                       |
| Programación y planificación de trabajos | 9,08               | EXCELENTE      | 3                       |
| Gestión de activos y recambios           | 5,71               | POCO ACEPTABLE | 7                       |
| Costes y compras                         | 8,08               | EXCELENTE      | 2                       |
| Mantenimiento                            | 7,16               | BUENO          | 13                      |
| Documentación                            | 7,22               | BUENO          | 3                       |
| Mejora continua                          | 5,28               | POCO ACEPTABLE | 17                      |
| Seguridad                                | 9,50               | EXCELENTE      | 0                       |

Fuente: Raúl Capelo, 2016

**Figura 39.** Cualificación de la auditoría



Fuente: Raúl Capelo, 2016

**Análisis:** Mediante el resumen de auditoría en base a los criterios establecidos, se encuentran en forma general oportunidades de mejora, pero las mayores debilidades están en la gestión de activos y mejora continua, seguidas por el mantenimiento y la documentación. Mientras que las fortalezas encontradas tienen que ver con la seguridad, programación y planificación de los trabajos y también con la gestión del personal y subcontratados.

3.3.5 *Resumen de los hallazgos de la auditoría.* En la siguiente tabla se muestran todos los hallazgos ponderados como poco aceptables y no aceptables, para los cuales se han

establecido acciones correctoras propuestas con el fin de desarrollar en el siguiente capítulo, *el cómo hacer*, las acciones mencionadas que servirán como base para la estructura del modelo de gestión.

**Tabla 31. Hallazgos de la auditoría**

| Criterio  | Subgrupo                       | Aspecto  | Cualificación  | Acciones propuestas   |
|---|--------------------------------|--|--|---|
| Gestión del personal y subcontratados                 | El puesto de trabajo           | ¿Existe una matriz detallada sobre los conocimientos requeridos para cada puesto de trabajo?   | NO ACEPTABLE   | Elaborar la hoja de detalles para cada puesto de trabajo  |
|   |                                | ¿Se evalúan los resultados de capacitación y se siguen?  | NO ACEPTABLE   | Seguir constantemente los resultados de las capacitaciones.   |
|   | Empresa Subcontratada          | ¿Existe documentación que indique el procedimiento de tercerización del mantenimiento?   | NO ACEPTABLE   | Documentar el procedimiento de tercerización del mantenimiento  |
| Programación y planificación de trabajos              | Orden de Trabajo               | ¿Se indican claramente las personas y tiempos de realización necesarios, así como el día de realización?   | POCO ACEPTABLE   | Modificar la OT, añadiendo tiempos de realización   |
|   |                                | ¿Tienen instrucciones o procedimientos para la realización del trabajo?  | NO ACEPTABLE   | Modificar la OT, añadiendo los procedimientos de realización del trabajo  |
|   |                                | ¿Contempla la OT procedimientos como consignación de máquina, trabajos en altura, corte y soldadura, zonas de riesgo de incendio, etc. Según trabajo a realizar? | NO ACEPTABLE   | Modificar la OT, añadiendo procedimientos de seguridad  |
| Gestión de activos y recambios                        | Generalidades                  | ¿Han sufrido un análisis de criticidad con el fin de enfocar los recursos a aquellos activos más críticos?   | NO ACEPTABLE   | Implementar el análisis de criticidad   |
|   |                                | ¿Existen una ficha técnica para cada equipo?   | NO ACEPTABLE   | Completar las fichas técnicas para los equipos faltantes  |
|   |                                | ¿Está definido la jerarquía de los activos físicos; a nivel de cartera, sistema y activos individuales?  | NO ACEPTABLE   | Establecer la jerarquización de los activos físicos   |
|   |                                | ¿Existen procedimientos para la puesta fuera de servicio o retirada?   | NO ACEPTABLE   | Documentar el procedimiento de retirada de activos físicos.   |
|   | GMAO                           | ¿Se utiliza un GMAO para la distribución de horas de trabajo?  | NO ACEPTABLE   | Llevar un control de las horas de trabajo en actividades planificadas y no planificadas   |
|   | Recambios                      | ¿Existe un procedimiento de gestión de recambios?  | NO ACEPTABLE   | Documentar el procedimiento de recambios  |
| ¿Existe una política de estandarización de recambios? |                                | NO ACEPTABLE   | Establecer una política de estandarización de recambios. |   |
| Costes y compras                                      | Costes                         | ¿Están los costes definidos por etapas del ciclo de vida de los activos?   | NO ACEPTABLE   | Determinar el costo del ciclo de vida de los activos  |
|   |                                | ¿Existe un control del coste con referencia a unos Kpi's previamente establecidos?   | NO ACEPTABLE   | Establecer unos KPI's económicos  |
| Mantenimiento   | Generalidades                  | ¿Existen políticas establecidas dentro del departamento de mantenimiento?  | NO ACEPTABLE   | Implementar políticas de mantenimiento para los activos físicos   |
|   |                                | ¿Existe una misión y visión del departamento con objetivos para gestión del mantenimiento y gestión de activos físicos?  | NO ACEPTABLE   | Establecer su misión, visión como departamento de mantenimiento y los objetivos para gestionar el mantenimiento y los activos físicos |
|   | Estrategia de mantenimiento    | ¿Hay objetivos específicos medibles para mantenimiento?  | NO ACEPTABLE   | Establecer los objetivos medibles para el departamento de mantenimiento   |
|   |                                | ¿Entiende todo el personal los objetivos establecidos, así como la necesidad de su involucración para consecución de los mismos?                                 | NO ACEPTABLE   | Concientizar al personal en el logro de los objetivos del departamento alineados a los objetivos Institucionales                      |
|   |                                | ¿Se mide la efectividad de estas acciones?   | NO ACEPTABLE   | Implementar indicadores económicos, organizacionales y técnicos   |
|   | Mantenimiento de primera línea | ¿Existe algún sistema para registrar la realización de estas actividades?  | NO ACEPTABLE   | Implementar un indicador de cumplimiento de los check-list  |

|                 |  |   |                |   |
|-----------------|--|---|----------------|---|
|                 |  | ¿Existe un seguimiento de acuerdo a unos KPI's establecidos?  |                |   |
|                 | Mantenimiento en la recepción y aceptación de la instalación | ¿Existe un procedimiento de aceptación de la maquinaria comprada e instalada?   | NO ACEPTABLE   | Documentar un procedimiento de aceptación de la maquinaria comprada e instalada   |
|                 | Método y rutinas de mantenimiento                            | ¿Se han definido procedimientos de operación diaria de mantenimiento?   | NO ACEPTABLE   | Documentar los procedimientos de operación diario de técnicos de mantenimiento  |
|                 |  | ¿Se especifica en los procedimientos las capacidades, materiales y herramientas, necesarias?  | POCO ACEPTABLE | Especificar en los procedimientos de operación las capacidades, materiales y herramientas                                   |
|                 | Mantenimiento en el diseño. Diseño para la mantenibilidad.   | ¿Existe un procedimiento de "modificación" de instalaciones/equipos?  | NO ACEPTABLE   | Documentar un procedimiento de modificación de instalaciones/equipos  |
|                 |  | ¿El procedimiento de modificación tiene en cuenta cuestiones de mantenimiento?  | NO ACEPTABLE   | Tomar en cuenta la mantenibilidad en la modificación  |
|                 |  | ¿El procedimiento de modificación explica como actualizar la documentación técnica existente?   | NO ACEPTABLE   | Actualizar la documentación afectada por la modificación  |
|                 |  | ¿Participa mantenimiento en el análisis FMEA utilizado en el proceso de selección y recepción del equipo?   | NO ACEPTABLE   | implementar el AMEF como herramienta de gestión en el proceso de selección y recepción del equipo                           |
| Documentación   | Documentación  | ¿Los componentes de un equipo, así como sus subcomponentes, disponen de numeración o código?  | NO ACEPTABLE   | Implementar una codificación que involucre los componentes y subcomponentes de los activos                                  |
|                 |  | ¿Se utiliza esta numeración de forma habitual como parte de la documentación técnica, solicitud de recambio y/u orden trabajo?                            | NO ACEPTABLE   | Utilizar la codificación para todas las actividades de logística del mantenimiento  |
|                 |  | ¿Existe un despiece para cada equipo y sus componentes con su código perfectamente especificado?  | NO ACEPTABLE   | Mantener o elaborar planos de despiece de los activos físicos.  |
| Mejora continua | Generalidades  | ¿Se analizan los paros operacionales más importantes y las causas de las mismas mediante FMEA estableciendo acciones correctoras sostenibles y factibles? | NO ACEPTABLE   | Analizar los paros operacionales mediante el AMEF y el diagrama de evaluación de tareas.                                    |
|                 |  | ¿Se aplican técnicas estadísticas?  | NO ACEPTABLE   | Implementar presentación de los indicadores alcanzados  |
|                 | Benchmarking   | ¿Existe una política de mejora basada en el Benchmarking?   | POCO ACEPTABLE | Implementar política basada en el benchmarking  |
|                 |  | ¿Se revisan y comunican los resultados de Benchmarking?   | NO ACEPTABLE   | Revisar y comunicar los resultados del benchmarking   |
|                 |  | ¿Se utilizan estos resultados para implementar planes de mejora   | NO ACEPTABLE   | Implementar planes de mejorar en base al benchmarking   |
|                 | Indicadores de gestión (KPI's, Key Performance Indicators)   | ¿Hay establecidos indicadores de gestión técnicos y económicos?   | NO ACEPTABLE   | Establecer indicadores técnicos y económicos  |
|                 |  | ¿Especifican las definiciones de estos indicadores métodos de cálculo, fuentes de información, frecuencia y responsabilidades?                            | NO ACEPTABLE   | Especificar definición, método de cálculo, fuente de información, frecuencia de análisis y responsable para cada indicador. |
|                 |  | ¿Conocen todas las áreas y personal implicado estos indicadores y su definición particular?   | NO ACEPTABLE   | Difundir los indicadores implementados  |
|                 |  | ¿Se han establecido objetivos para cada uno de los indicadores en cuestión?   | NO ACEPTABLE   | Establecer objetivos para cada indicador  |
|                 |  | ¿Se realiza "benchmarking" de estos indicadores?  | NO ACEPTABLE   | Realizar benchmarking de los indicadores  |
|                 |  | ¿Se comunican los indicadores alcanzados, periódicamente, al personal?  | NO ACEPTABLE   | Comunicar los indicadores alcanzados al personal.   |
|                 | Equipos de mejora multidepartamentales                       | ¿Las prácticas y métodos de análisis de fallos utilizan Equipos de Mejora Multidepartamentales?   | NO ACEPTABLE   | Formar grupos de mejora multidepartamentales para el análisis de fallos   |
|                 |  | ¿Existen reuniones periódicas, así como una planificación para estos equipos?   | NO ACEPTABLE   | Planificar reuniones periódicas para estos grupos de mejora   |

|      |  |              |   |
|------|--|--------------|---|
| AMEF | ¿Mantenimiento, producción, compras e ingeniería, comprenden los conceptos de AMEF?    | NO ACEPTABLE | Hacer conocer el concepto del AMEF a las distintas áreas                                  |
|      | ¿Se realiza formación en AMEF?   | NO ACEPTABLE | Solicitar una capacitación en AMEF  |
|      | ¿Se utilizan técnicas de AMEF al desarrollar planes preventivos para equipos críticos? | NO ACEPTABLE | Utilizar el AMEF para la optimización o elaboración de planes de mantenimiento preventivo |
|      | ¿Se cuantifica económicamente el valor de los resultados de FMEA?                      | NO ACEPTABLE | Implementar el plan basado en el AMEF y evaluar el pasado con el presente.                |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

3.3.6 *Conclusiones de la auditoría.* Los resultados obtenidos reflejan la situación actual de la gestión del mantenimiento, identificándose muchas oportunidades para mejorar, que mediante el plan de acción elaborado ayudará a estructurar la propuesta.

Las conclusiones más relevantes son las siguientes:

- La organización del departamento de mantenimiento carece de su estructurada documentada, con su misión, visión y objetivos, que estén alineadas a cumplir los objetivos Institucionales.
- La gestión del ciclo de vida óptimo de los activos es poco eficiente, por falta de estrategias para la gestión de activos físicos, que ayudan a tomar las mejores decisiones.
- Los procesos de gestión y de apoyo para los activos físicos están de forma implícita.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. PROPUESTA TECNOLÓGICA.**

#### **4.1 Introducción**

Un modelo de gestión del mantenimiento en conexión con el plan estratégico de la Institución y los procesos de gestión de los activos físicos (UNE-EN 16646, 2015), determinan el valor sostenible para la Institución, además el DMTTO, mediante la propuesta de gestión de activos físicos, establecerá sus objetivos, políticas, estrategia y herramientas de control necesarias que orienten las actividades de mantenimiento a desarrollar de forma más eficiente.

Por medio de la información obtenida, existe la necesidad de mejorar estos procesos de gestión de activos físicos, que contribuyen al modelo de gestión del mantenimiento, como requisitos necesarios para alcanzar el máximo rendimiento y optimización del ciclo de vida de los activos. A través del uso de técnicas apropiadas, métodos y herramientas, ayudarán a la toma de decisiones para la administración del mantenimiento, que se verá reflejada en el incremento de la calidad del servicio en todas las áreas del hospital, ya que están relacionadas entre sí y con objetivos institucionales a cumplir en común.

En los criterios de auditoría, se encontraron 48 oportunidades de mejora, de las cuales la mayoría están involucradas con el modelo de gestión del mantenimiento y gestión de los activos físicos.

#### **4.2 Desarrollo del plan de acción para las no conformidades.**

Estas oportunidades de mejora se presentan a continuación, en el orden de evaluación y cualificación de los subgrupos pertenecientes a los criterios establecidos en la auditoría del capítulo anterior y consiste en establecer, el cómo hacer las acciones propuestas del plan de acción solventado en la tabla 31, conteniendo soluciones para todos los aspectos no aceptables y poco aceptables, para más adelante contribuir con la estructura del modelo de gestión basada en la norma del mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos.

#### 4.2.1 *Gestión del personal y subcontractados.*

4.2.1.1 *Puesto de trabajo.* Respecto al puesto de trabajo se recomienda elaborar una matriz detallada sobre los conocimientos requeridos para cada puesto de trabajo; jefe de mantenimiento, auxiliar de mantenimiento y técnicos de mantenimiento. También se recomienda seguir los resultados alcanzados de las capacitaciones impartidas al personal de mantenimiento, durante todo el tiempo, contribuyendo a ser mejores día a día en el desempeño laboral.

4.2.1.2 *Empresa subcontractada.* Existe la necesidad de documentar el procedimiento de tercerización del mantenimiento:

El proceso de tercerización, se realiza en el UOSCH por dos motivos; por mantener la garantía de los activos adquiridos y porque las tareas a realizar son de alta complejidad y eventuales, que requieren; de un personal bien entrenado con la experiencia y conocimiento actualizado. Las ventajas de tercerizar el mantenimiento están relacionadas con los recursos humanos, provisión de repuestos y materiales, métodos de trabajo, resultados técnicos y económicos que se presentan únicamente; si la empresa contratada sea competitiva y ofrezca garantía, y que el contrato sea adecuado y bien gestionado. Por otro lado, también existen desventajas y una de ellas es la pérdida del conocimiento (pérdida del know-how) ya que se va con el personal externo.

Para elaborar el procedimiento de tercerización es necesario determinar actividades sistemáticas que sean precontractuales y contractuales mediante la norma (INEN EN 13269, 2010). Siendo recomendable seguir el siguiente procedimiento:

a. *Decisión estratégica.* Estas decisiones son tomadas por las autoridades superiores y el jefe de mantenimiento, consiste en planificar y programar las actividades de mantenimiento que serán tercerizadas dentro de la Institución y el tipo de contrato a utilizar: si es contrato esporádico, será para actividades eventuales, siendo necesario identificar el contratista competente, solicitar una oferta por la actividad requerida; y contratos permanentes que son necesarios para cumplir con la garantía de los activos, que en este caso los mismos proveedores serán los contratistas del mantenimiento. Y las actividades no tercerizadas que estén al alcance del DMTTO, será ejecutadas por los

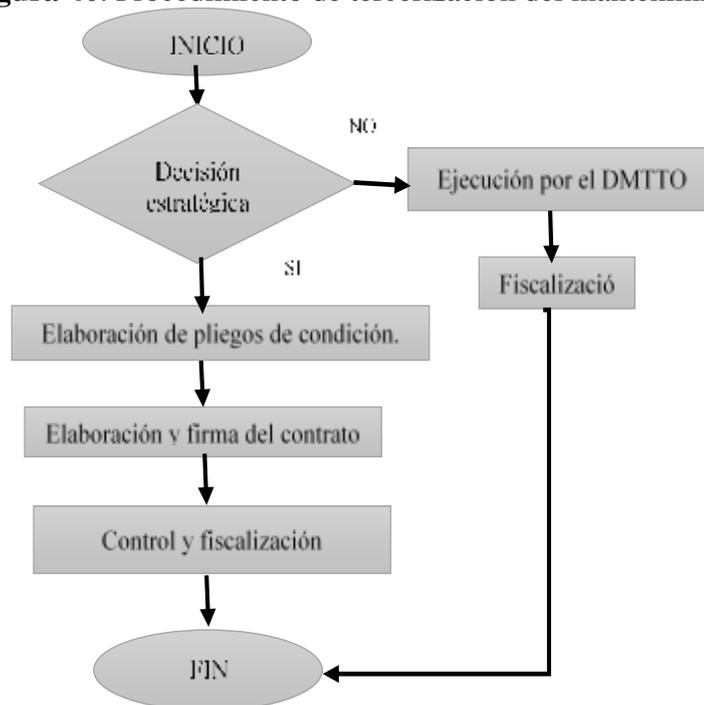
técnicos propios en coordinación con el área afectada y fiscalización del jefe de mantenimiento.

b. *Preparación de pliegos de condiciones.* Es el documento que contiene especificaciones adecuadas como, por ejemplo: el qué y cómo se va contratar, las condiciones que rigen el contrato y el modo de controlar y fiscalizar. Dentro de las condiciones tenemos; estipulaciones técnicas, comerciales, organizativas y legales.

c. *Elaboración y firma del contrato.* Se recomienda usar la guía de preparación de contratos de mantenimiento de la norma; (INEN EN 13269, 2010), que es un modelo completo del contenido del contrato. (ver anexo B). Aquí es muy importante que ambas partes, el contratista y el contratado estén satisfechos para asegurar el cumplimiento armonioso del contrato.

d. *Control y Fiscalización de actividades.* Es responsabilidad del departamento de mantenimiento controlar y fiscalizar el trabajo realizado por el contratista basándose en los pliegos de condiciones acordados por ambas partes y así mismo verificar el correcto funcionamiento del activo con pruebas en vacío y carga. Posterior a ello se registrará las actividades realizadas en los historiales de los equipos.

**Figura 40.** Procedimiento de tercerización del mantenimiento



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

Es importante indicar que la norma EN 16646, establece que, la contratación externa es la provisión de apoyo logístico a la gestión de activos físicos, identificando contribuciones entre el proceso de mantenimiento y apoyos a la gestión de activos físicos, siendo las siguientes:

*Contribuciones de los procesos de apoyo de GAF al proceso de mantenimiento:*

- Personal cualificado de acuerdo con las actividades de mantenimiento requeridas. La cualificación del personal depende de la política de mantenimiento (por ejemplo, nivel de contratación externa), nivel de mantenimiento y escala de mantenimiento.
- Lista de subcontratistas. Esta lista debería estar disponible para el personal de mantenimiento para facilitar la contratación.
- Impartición de formación. Debería proporcionarse formación para actualizar las competencias del personal de mantenimiento y alcanzar el nivel de habilidades requerido.
- Apoyo en la comunicación. Es necesario para proporcionar información desde el departamento de mantenimiento, tanto internamente al personal de mantenimiento, como externamente a otros departamentos e incluso fuera de la organización.
- Apoyo en la documentación. Se debe dotar al proceso de mantenimiento de servicios de apoyo en documentación y deben actualizarse en el momento oportuno. (UNE-EN 16646, 2015)

*Contribuciones del mantenimiento a los procesos de apoyo de la GAF:*

- Los perfiles de cualificación del personal de mantenimiento requeridos para realizar las actividades de mantenimiento a todos los niveles de la organización.
- La especificación de acciones de mantenimiento a contratar externamente se establece para hacer posible la contratación con el proveedor del servicio.
- Las habilidades y conocimientos necesarios para realizar las actividades de mantenimiento que se definen para permitir encontrar la formación adecuada.
- La información a comunicar desde el mantenimiento a otras entidades de la organización o fuera de ella se proporciona al proceso “provisión de apoyo a la gestión de los activos físicos” para que pueda controlarse y transmitirse. (UNE-EN 16646, 2015)

#### 4.2.2 *Programación y planificación de los trabajos.*

4.2.2.1 *Orden de trabajo.* En cuanto al formato de orden de trabajo que maneja el Departamento de mantenimiento, (ver anexo C), es necesario añadir el tiempo de realización estimado para la actividad, como también las instrucciones o procedimientos para su realización, además puede contemplar o no, procedimientos de consignación del activo, trabajos en altura, corte y soldadura, zonas de riesgo de incendio, etc. según el trabajo a realizar, con el fin de intervenir el activo con toda la seguridad, en caso de no contemplar la OT, se recomienda elaborar un documento adicional tipo check-list, con el fin de evaluar las actividades que están asociadas con el riesgo, debe ser ejecutada por el técnico y verificada por el jefe de mantenimiento, ya que es una falta grave, no observar las normas de seguridad a seguir.

#### 4.2.3 *Gestión de activos y recambios.*

4.2.3.1 *Generalidades de la gestión de activos y recambios.* En este subgrupo se da la solución respecto al análisis de criticidad, ficha técnica de equipos, jerarquización de activos y procedimiento para la retirada de activos.

**El análisis de criticidad.** Es una metodología y herramienta para la gestión de activos físicos a nivel de activos individuales, según la norma, “EN 16646”, consiente en establecer jerarquías entre instalaciones, sistemas, equipos y componentes, permitiendo dirigir las mejores prácticas de mantenimiento, recursos económicos y tecnológicos sobre ellos a través del talento humano. También ayuda, a determinar la importancia y las consecuencias de eventos potenciales que tengan la probabilidad de suceder, dentro del contexto operacional.

Existen varios métodos de criticidad, pero el recomendado es la matriz y flujograma de criticidad, ya que envuelve aspectos gerenciales y criterios de decisión que tratan de abordar los aspectos de impacto global con miras a descubrir los ítems donde deberíamos atacar las consecuencias de los fallos, poniendo muy en alto la seguridad operacional. (CRESPO A, 2012). Los aspectos que engloban son:

- Estrategia del negocio.

- Misión de la planta.
- Costo del mantenimiento.
- Frecuencias de falla.
- Pérdidas de producción (servicio)
- Riesgos involucrados (humano, seguridad, etc.)

La matriz contiene siete áreas de impacto con criterios respectivos que ubican a cada ítem en una de las tres responsabilidades:

- a. Riesgo alto.
- b. Riesgo medio.
- c. Riesgo bajo.

Mientras que las áreas de impacto son:

- Seguridad y salud (S&S)
- Medio ambiente (MA)
- Calidad y productividad (C&P)
- Producción (P)
- Tiempos operacionales (TO)
- Intervalos entre actividades (TMEF)
- Tiempos y costos de mantenimiento (MT)

Agrupando las áreas de impacto y los criterios se tiene la siguiente matriz en la tabla 32, para ser analizada por medio de un equipo natural de trabajo, a través de un facilitador que es un líder elegido para llevar a cabo la sesión. Es importante mencionar que los resultados que se obtienen con la aplicación de las técnicas de criticidad, son la materia prima con la cual se debe dar inicio a cualquier proceso de optimización basado en la aplicación de técnicas de confiabilidad.

Ahora la figura 41 a continuación es el flujograma de criticidad, para llegar a esa clasificación final se procede de forma secuencial, realizando una serie de preguntas secuenciales al equipo natural de trabajo conformado en la Institución. Esta secuencia marca la importancia, que da el equipo natural de trabajo a cada atributo que se analiza a

la hora de establecer la prioridad del mismo, donde se termina con una sola respuesta; si es crítico, semicrítico o no crítico.

**Tabla 32.** Matriz de criticidad

| <b>Matriz de Criticidad</b>            |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Causas de paradas no planeadas         |  |   |   |
| <b>Área de impacto</b>                 | <b>A. Riesgo alto</b>  | <b>B. Riesgo medio</b>  | <b>C. Riesgo bajo</b>   |
| Seguridad y salud (S&S)                | Alto riesgo de vidas del personal                            | Riesgo de vida significativo del personal                             | No existe riesgo ni de salud ni de daños al personal              |
|  | Daños graves en salud del personal                           | Daños menores en la salud del personal                                |   |
| Medio ambiente (MA)                    | Alto excedente de los límites permitidos de derrames y fugas | Excedente de los límites permitidos y repetitivos de derrames y fugas | Emisiones normales de la planta dentro de los límites permitidos. |
| Calidad y productividad (C&P)          | Defectos de producción                                       | Variaciones en las especificaciones de calidad y producción           | Sin efectos   |
|  | Reducción de velocidad                                       |   |   |
|  | Reducción de producción                                      |   |   |
| Producción (P)                         | Parada de todo el proceso                                    | Parada de una parte del proceso                                       | Sin efectos   |
| Operación de equipos                   |  |   |   |
| Tiempos de operación (TO)              | 24 horas diarias   | 2 turnos u horas normales de trabajo                                  | Ocasionalmente o no es un equipo de producción                    |
| Intervalos entre actividades (TMEF)    | Menos de 6 meses   | En promedio una vez al año  | Raramente   |
| Tiempos y costos de mantenimiento (MT) | Tiempo y/o costos de reparación altos                        | Tiempo y/o costos de reparación razonables                            | Tiempo y/o costos de reparación irrelevantes                      |

**Fuente:** Crespo A, 2007

Este es el primer paso para adoptar las mejores estrategias intensivas de mantenimiento preventivo sistemático, basado en la condición y correctivo, dependiendo del grado de criticidad, también es un requisito fundamental para elaborar un análisis de modos y efectos de fallo basado en la metodología del RCM, que mejore la planificación del mantenimiento. (CRESPO A, 2012)



del activo, que son de gran utilidad al momento de tomar decisiones y al solicitar repuestos, se recomienda usar el formato siguiente:

**Tabla 33.** Formato de ficha técnica de activos físicos

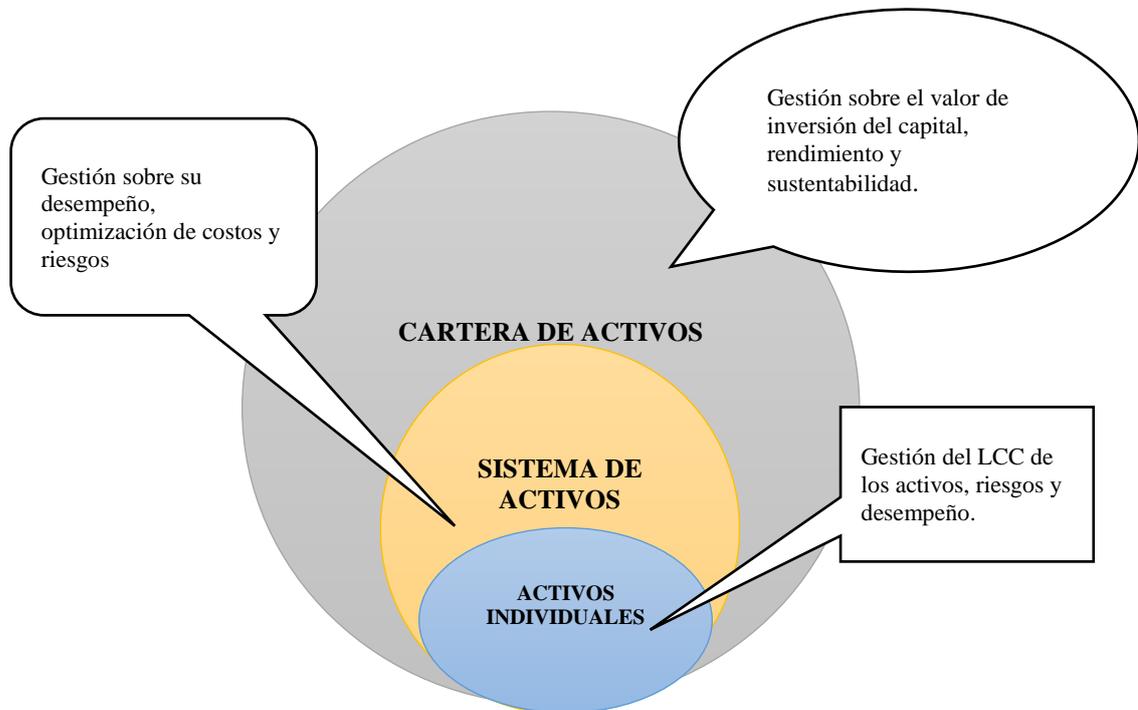
| UNIDAD ONCOLÓGICA SOLCA DE CHIMBORAZO       |  |   |  |             |  |
|---|--|---|--|-------------|--|
| <b>NOMBRE DEL ACTIVO</b>                    |  |   |  |             |  |
| <b>CODIFICACIÓN</b>                         |  |   |  |             |  |
| <b>FUNCIÓN DEL ACTIVO</b>                   |  |   |  |             |  |
| <b>DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN</b>   |  |   |  |             |  |
| Fabricante                                  |  | Proveedor                                   |  |             |  |
| Modelo                                      |  | Fecha de adquisición                        |  |             |  |
| Serie                                       |  | Valor de adquisición                        |  |             |  |
| País de origen                              |  | Responsable del activo                      |  |             |  |
| <b>DATOS GENERALES</b>                      |  |   |  |             |  |
| <b>DIMENSIONES DEL ACTIVO</b>               |  | <b>CARACTERIZACIÓN DEL ACTIVO</b>           |  |             |  |
| Largo                                       |  | FOTOGRAFÍA                                  |  |             |  |
| Ancho                                       |  |   |  | Crítico     |  |
| Altura                                      |  |   |  | Semicrítico |  |
| Peso  |  |   |  | No crítico  |  |
| <b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACTIVO</b> |  |   |  |             |  |
|   |  |   |  |             |  |
| <b>OBSERVACIONES</b>                        |  |   |  |             |  |
|   |  |   |  |             |  |
| <b>PARTES PRINCIPALES</b>                   |  | <b>ESPECIFICACIÓN DE PARTES PRINCIPALES</b> |  |             |  |
|   |  |   |  |             |  |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Jerarquizar los activos físicos.** Es agrupar los activos a nivel de cartera, sistema y activos individuales como afirma la norma de gestión de los activos físicos, dentro de la

UOSCH, para mejorar su forma de gestión, localización y logística del mantenimiento, alcanzando el régimen de desempeño deseado, en la figura siguiente se muestra la jerarquía de activos:

**Figura 42.** Jerarquía de activos físicos



**Fuente:** ISO 55000, 2014

La cartera de activos físicos contiene al sistema de activos y a los activos individuales, como se observa en el gráfico anterior, por lo tanto, los objetivos, políticas, estrategias y planes de acción serán las mismas para los tres niveles, ya que a nivel macro la cartera de activos comprende los activos que están dentro del alcance del sistema de gestión de activos, es decir no se hace gestión a todos los activos sino a los que defina la organización.

Un ejemplo de la aplicación de jerarquización de activos en la institución es a nivel de cartera todo el sistema de generación de vapor; a nivel de sistemas de activos serán todos los subsistemas de generación de vapor y a nivel de activos individuales serán los activos que componen dichos subsistemas.

**Procedimientos para la retirada.** El proceso de gestión de retiro de activos según la norma “EN 16646”, no tiene relación directa con la modernización de activos y no se

incluye en el proceso de modernización, debido a que el activo retirado ha culminado con su vida útil o porque los costos de reparación superan los costos de adquisición de un activo nuevo de similares características y función requerida, y para facilitar el retiro se propone el siguiente procedimiento:

**Figura 43.** Procedimiento de retiro de activos



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

- *Solicitud de retiro.* El responsable del activo es el encargado de elaborar un documento de retiro, después de estimar y analizar los costos de mantenimiento preventivo y correctivo aplicados, los costos de una posible reparación, los costos de adquirir uno nuevo o si ya terminó la vida del activo. Una vez que el activo esté indisponible se lo etiquetará con puesta fuera de servicio. Los involucrados aquí son directamente el departamento de mantenimiento, finanzas y el responsable del activo.
- *Aprobación del retiro.* Dirección ejecutiva es la autoridad competente que aprueba la solicitud de retiro, después de conocer los motivos por los cuales es necesario la retirada del activo y da la orden de retiro con su disposición final.
- *Retirada.* El personal de mantenimiento deberá programar esta etapa de retiro, ya que son los responsables de su ejecución en coordinación con bodega, para buscar piezas de repuesto reutilizables que puedan ser almacenadas, también hay que tomar en cuenta

los impactos que pueden aparecer sobre la salud, seguridad de las personas y el medio ambiente durante la etapa de retirada.

- *Disposición final.* Cuando esté desmantelado totalmente el activo, se lo venderá como chatarra o se lo almacenará en bodega, acorde a lo estipulado en la orden de retirada previamente aprobada.

Es importante indicar que la norma EN 16646, establece contribuciones entre el proceso de mantenimiento y el proceso de retirada, siendo las siguientes:

*Contribuciones del proceso de retirada al proceso de mantenimiento:*

- Programación de la retirada. El plan de mantenimiento de los activos instalados debe ajustarse para minimizar los gastos.
- El procedimiento de retirada puede tener un impacto sobre las actividades de mantenimiento y el personal de mantenimiento debería conocerlo (por ejemplo, el procedimiento de retirada puede requerir los mismos recursos que las actividades de mantenimiento). Cuando la retirada incluye diferentes etapas antes del desmantelamiento, (por ejemplo, periodo de refrigeración) puede ser necesario un plan de mantenimiento residual y debe darse al personal de mantenimiento la definición de las nuevas condiciones de operación.
- Durante el período de retirada es posible buscar piezas de repuesto que pueden enviarse al almacén. Cuando se retira el activo algunos de los componentes pueden restaurarse o reutilizarse. (UNE-EN 16646, 2015)

*Contribuciones del mantenimiento al proceso de retirada:*

- Deben estimarse los costes de mantenimiento (preventivo y correctivo) previstos antes de la fecha de retirada para confirmar o posiblemente modificar la fecha de retirada.
- Debe darse al personal encargado de la retirada cualquier información de mantenimiento que pudiera tener un impacto sobre la salud y seguridad de las personas y sobre el ambiente durante la etapa de retirada.
- La información relativa al desmantelamiento y la manipulación de componentes a retirarse con el fin de reutilizarlos. (UNE-EN 16646, 2015)

4.2.3.2 *Gestión del mantenimiento asistida por ordenador.* Respecto a la distribución de horas de trabajo de forma diaria, se recomienda que los técnicos en cada turno informen las actividades programadas y no programadas que han realizado, para llevar un control de la distribución de horas de trabajo, siendo registradas en un programa de Excel.

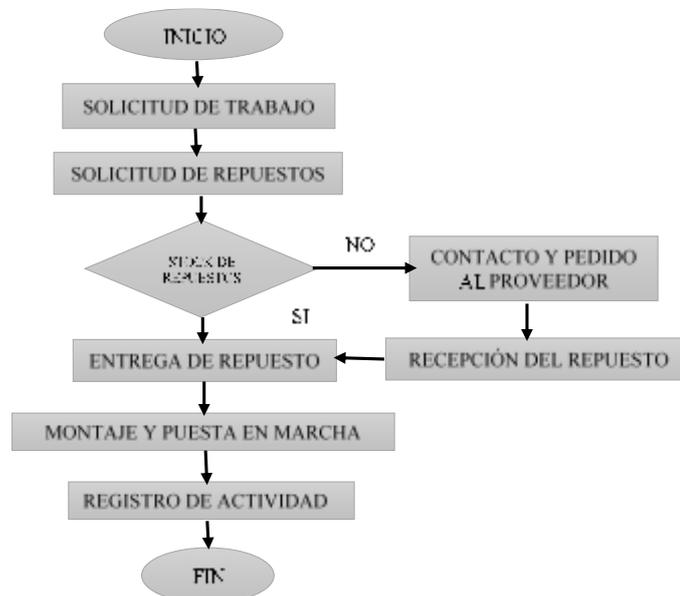
4.2.3.3 *Recambios.* En este subgrupo se aborda el procedimiento de recambios y la política de estandarización de recambios.

**Procedimiento de recambios.** La gestión de recambios es el proceso efectuado para la sustitución de un elemento por otro de las mismas características, tomando consideraciones para sustituirlo; porque técnicamente no es reparable o es antieconómico repararlo, que a manera de optimización de recursos se sugiere usar recambios originales que ofrezcan fiabilidad, durabilidad y eficiencia; recomendando el siguiente procedimiento:

- a) *Solicitud de trabajo.* El departamento de mantenimiento atenderá la solicitud de trabajo recibida por alguno de los clientes del mantenimiento, procediendo a la revisión e inspección del activo averiado, para dar el diagnóstico de estado del activo y así poder identificar los componentes a recambio.
- b) *Solicitud de repuesto.* Mantenimiento deberá enviar al departamento financiero un documento solicitando los repuestos necesarios, con toda la información característica de los componentes y su respectiva codificación.
- c) *Stock de repuestos.* Si en bodega existen los componentes de recambio, se autorizará la entrega mediante un documento de entrega de repuestos al departamento de mantenimiento, caso contrario se contactará al proveedor de repuestos y se realizará el pedido inmediatamente. Una vez que llegue el repuesto a bodega se verificará sus características y se procederá a la entrega del mismo.
- d) *Montaje y puesta en marcha.* Se realizará el recambio tomando en cuenta cuestiones de seguridad en la operación y montaje, se pondrá en marcha y se verificará los parámetros de funcionamiento del activo.
- e) *Registro de actividad.* Se registrará en el historial del equipo la actividad realizada.

Estas actividades se resumen en el siguiente flujograma:

**Figura 44.** Procedimiento de recambio



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Política de estandarización de recambios.** Se propone la siguiente: *Los repuestos adquiridos serán originales o de la mejor calidad en el mercado.* Esta política es muy importante tomar en cuenta para las actividades de mantenimiento, el hecho de usar repuestos originales, con estándares de calidad y garantía, permiten devolver a los activos al estado en que puedan cumplir con su función requerida, mediante la mantenibilidad que ofrecen los activos, siempre y cuando se utilice técnicas apropiadas en el desmontaje y montaje.

#### 4.2.4 Costes y compras

4.2.4.1 *Costes.* En este subgrupo se proponen cálculo del costo del ciclo de vida de los activos y unos indicadores económicos.

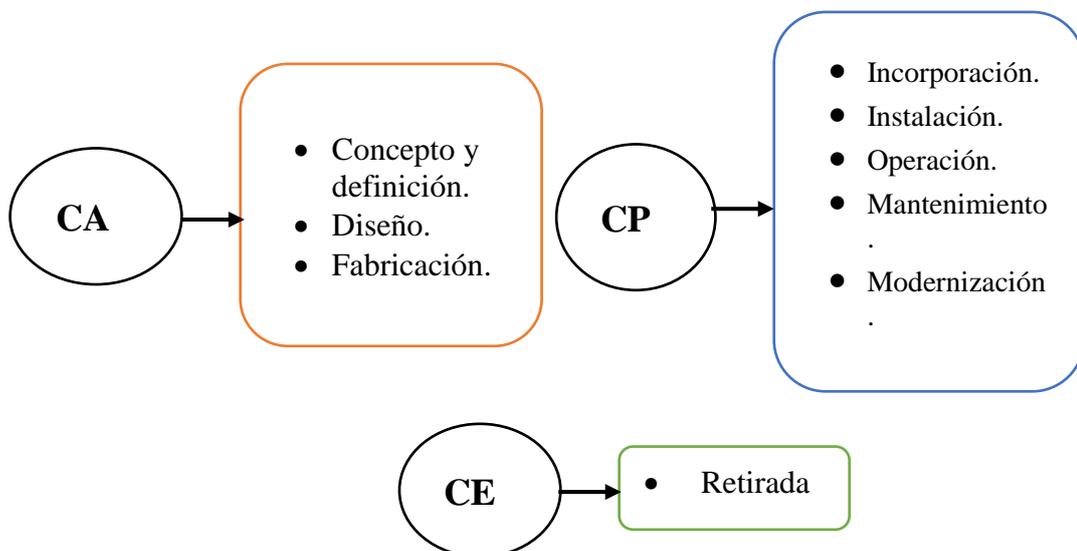
**Costo del ciclo de vida.** Es necesario que el departamento de mantenimiento, tenga un control sobre los costos generados por equipos y sus componentes, durante todo el ciclo de vida del activo dentro de la Institución, por tal razón se recomienda llevar un sistema ágil y eficiente con información real y confiable para posterior a ello calcular el costo del ciclo de vida de los activos y así tomar decisiones en cualquiera o todas las etapas del ciclo de vida.

Donde los tipos más comunes de decisiones en las cuales el proceso de cálculo del LCC proporciona una aportación incluyen, por ejemplo:

- Evaluación y comparación de enfoques alternativos de diseño y opciones tecnológicas de eliminación.
- Valoración de la viabilidad económica de los proyectos/productos.
- Identificación de los contribuyentes de coste y de mejoras efectivas de coste.
- Evaluación y comparación de estrategias alternativas para el uso, operación, pruebas, inspección, mantenimiento, etc.
- Evaluación y comparación de los diferentes enfoques para la modernización, rehabilitación/extensión de vida o retirada de los equipos envejecidos.
- Asignación de los recursos disponibles entre las diferentes prioridades de desarrollo o mejora de un servicio.
- Valoración de los criterios de garantía del producto mediante pruebas de verificación y sus compromisos.
- Planificación de la financiación a largo plazo. (UNE EN 60300, 2009)

Para el cálculo del ciclo de vida es necesario seleccionar las fases apropiadas del ciclo de vida, ya sean todas, por partes o combinaciones de éstas; de tal forma que los costes de las fases se agrupen en tres grupos: costes de adquisición, costes de propiedad y costes de eliminación como se observa en la siguiente figura.

**Figura 45.** LCC y fase del ciclo de vida



**Fuente:** UNE EN 60300-3-3, 2009

Obteniéndose la siguiente ecuación:

$$LCC = CA * CP + CE$$

Dónde:

LCC: Costo del ciclo de vida.

CA: Costos de adquisición

CP: Costos de propiedad

CE: Costos de eliminación.

Además, la figura muestra los componentes necesarios para el cálculo del costo del ciclo de vida de los activos en todas sus fases, motivo por el cual es necesario saber los costos generados en cada equipo y sus componentes para saber optimizar los costos de propiedad, que sin duda son los más elevados.

### **Indicadores propuestos para un control del coste referente a mantenimiento.**

Los indicadores económicos a nivel jerárquico son los más importantes y controlados por la alta gerencia y sus partes interesadas, por ser la columna vertebral que mueve la organización, es preciso obtener la máxima rentabilidad de los activos y creación de valor. Para formular los KPI's referentes a costos por mantenimiento, se toman los siguientes ejemplos de la norma (UNE-EN 15341, 2010) que analizados y medidos contribuirán a la gestión del mantenimiento a establecer objetivos, planificar y programar estrategias, con esto se divulgarán los resultados con objeto de informar y motivar al personal. Esta monitorización es recomendada por la norma "EN 16646".

En la tabla 34, se plantea el siguiente indicador económico, El perteneciente al nivel 1 siendo necesario establecer para todo Kpi, su definición y objetivo que persigue.

**Definición del indicador:** Representa el sumatorio total del desembolso que realiza la Institución, por concepto del mantenimiento realizado en un activo o instalación respecto a la cantidad de capital estimado que se necesitaría para una posible sustitución.

**Objetivo del indicador:** Tomar las mejores decisiones costo-beneficio sobre los activos o instalaciones a ser sustituidas.

**Tabla 34. Indicador económico E1**

| Indicador económico |                                 |  |
|---------------------|---------------------------------|--|
| 1                   | Nombre:                         | Sustitución de activos (ARV)   |
| 2                   | Procedimiento de cálculo:       | $(\text{Costos totales del mantenimiento} * 100) / (\text{valor de sustitución de los activos})$ |
| 3                   | Unidad:                         | %  |
| 4                   | Sentido:                        | Creciente  |
| 5                   | Fuente de información:          | Documentación del mantenimiento.   |
| 6                   | Frecuencia de la toma de datos: | Trimestral   |
| 7                   | Valor de actualidad(capacidad): | 50%  |
| 8                   | Valor de potencialidad:         | 100%   |
| 9                   | Meta:                           | 90%  |
| 10                  | Frecuencia de análisis:         | Anual  |
| 11                  | Responsable del análisis:       | Ing. Bolívar Burbano (JEFE DE MANTENIMIENTO)   |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

El valor de actualidad es del 50% siendo una estimación promedio, aproximada del estado de sustitución de activos como un ejemplo para el llenado de la plantilla, para saber realmente ese necesario calcular el estado de sustitución a un determinado activo físico.

Los costos totales de mantenimiento comprenden los siguientes aspectos:

- Remuneraciones, salarios, horas suplementarias del personal de gestión, supervisión, de apoyo y de mantenimiento directo.
- Repuestos y materiales consumibles cargados a mantenimiento.
- Herramientas y equipos, (no amortizados o alquilados)
- Contratación externa del mantenimiento.
- Los costes de las actividades de mantenimiento realizadas por el personal de producción
- Formación y entrenamiento del personal.
- Costes de transporte.
- Costes administrativos de mantenimiento.
- Energía y servicios generales.
- Depreciación de las inversiones realizadas en equipos de mantenimiento, talleres y almacenes de piezas de repuesto. (UNE-EN 15341, 2010).

En la tabla siguiente, se plantea el siguiente indicador económico, relativo al costo total del mantenimiento realizado después de haberse producido la falla funcional, destinada a poner a un bien a un estado en que realice la función requerida. (UNE-EN 15341, 2010)

**Definición del indicador:** Es la relación entre los costos del mantenimiento correctivo, planificado o de emergencia respecto al costo total del mantenimiento.

**Objetivo del indicador:** Saber el desembolso generado por actividades correctivas para buscar su optimización en conexión con las actividades preventivas.

**Tabla 35.** Indicador económico E15

| <b>Indicador económico</b> |                                 |   |
|----------------------------|---------------------------------|---|
| 1                          | Nombre:                         | Costos por mantenimiento correctivo   |
| 2                          | Procedimiento de cálculo:       | $(\text{Coste del mantenimiento correctivo} * 100) / \text{costo total de mantenimiento}$ |
| 3                          | Unidad:                         | %   |
| 4                          | Sentido:                        | Decreciente   |
| 5                          | Fuente de información:          | Documentación del mantenimiento.  |
| 6                          | Frecuencia de la toma de datos: | Trimestral  |
| 7                          | Valor de actualidad(capacidad): | 40%   |
| 8                          | Valor de potencialidad:         | 15%   |
| 9                          | Meta:                           | 35%   |
| 10                         | Frecuencia de análisis:         | Anual   |
| 11                         | Responsable del análisis:       | Ing. Bolívar Burbano (JEFE DE MANTENIMIENTO)  |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

En la tabla 36, se muestra un indicador relativo a los costos por mantenimiento preventivo, realizado a intervalos predefinidos o criterios establecidos destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación del funcionamiento de un bien. (UNE-EN 15341, 2010)

**Tabla 36.** Indicador económico E16

| <b>Indicador económico</b> |                                 |   |
|----------------------------|---------------------------------|---|
| 1                          | Nombre:                         | Costos por mantenimiento preventivo   |
| 2                          | Procedimientos                  | $(\text{Coste del mantenimiento preventivo} * 100) / \text{coste total de mantenimiento}$ |
| 3                          | Unidad:                         | %   |
| 4                          | Sentido:                        | Decreciente   |
| 5                          | Fuente de información:          | Documentación del mantenimiento.  |
| 6                          | Frecuencia de la toma de datos: | Trimestral  |
| 7                          | Valor de actualidad(capacidad): | 60%   |
| 8                          | Valor de potencialidad:         | 15%   |
| 9                          | Meta:                           | 50%   |
| 10                         | Frecuencia de análisis:         | Anual   |
| 11                         | Responsable del análisis:       | Ing. Bolívar Burbano (JEFE DE MANTENIMIENTO)  |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

**Definición del indicador:** Es la relación entre los costos del mantenimiento preventivo, respecto al costo total del mantenimiento.

**Objetivo del indicador:** Saber el desembolso generado por actividades preventivas para buscar su optimización en conexión con las actividades correctivas.

En la tabla 35 y 36, los indicadores económicos, E15, E16 respectivamente perteneciente al nivel 3, pretenden comparar los costos generados por el tipo de mantenimiento aplicado, preventivo y correctivo, y así buscar el equilibrio entre ellos, que mediante un análisis matemático se deduce que ambos mantenimientos tienen la misma pendiente, pero con signo contrario, denominándose el costo óptimo de mantenimiento.

#### 4.2.5 *Mantenimiento*

4.2.5.1 *Generalidades del mantenimiento.* Este subgrupo contiene las políticas del departamento de mantenimiento, también la propuesta de la misión, visión y objetivos del departamento de mantenimiento, junto con los objetivos de la gestión del mantenimiento y objetivos de la gestión de activos físicos.

#### **Políticas para el departamento de mantenimiento, que involucren la gestión del mantenimiento y la gestión de activos físicos**

Para el análisis estratégico la norma (UNE-EN 16646, 2015) establece entradas, con respecto a la institución, mercado, comunidad y tecnología. Donde en primer lugar es necesario familiarizarse con la Institución, conocer sus objetivos, características y estrategias, en segundo lugar se debe conocer la demanda existente y demanda prolongada del mercado a quien satisface sus necesidades, en tercer lugar la comunidad, que es el entorno donde se encuentran ubicados los activos, su infraestructura y partes interesadas, y en cuarto lugar está la tecnología, que en base a ella se podrá modernizar acorde a los índices de fiabilidad, mantenibilidad y flexibilidad que tengan los activos físicos.

Una vez determinadas estas entradas se podrá hacer el análisis estratégico, generando salidas; como son las políticas, estrategias y objetivos, que son medidas para los activos físicos; siendo la propuesta de las siguientes políticas:

- Los jefes departamentales son los responsables del estado técnico y operación correcta de sus equipos e instalaciones a su cargo.
- La gestión de las actividades de mantenimiento preventivas y correctivas están a cargo del jefe de mantenimiento.
- Ningún trabajo solicitado al departamento de mantenimiento se realizará sin su respectiva orden de trabajo.
- Los equipos e instalaciones del cuarto de máquinas, están bajo la responsabilidad del departamento de mantenimiento.
- Actualizar el programa de mantenimiento preventivo anual de los equipos.
- Las actividades de mantenimiento de alta complejidad se realizarán por tercerización del mantenimiento, y a la vez el departamento de mantenimiento participará como fiscalizador del trabajo.
- El personal del área de mantenimiento se enfocará en atender todas las solicitudes de trabajo con la práctica de valores.
- Las reuniones habituales de trabajo incluirán la medición y evaluación del desempeño laboral.
- Los proveedores de los activos tendrán que capacitar al personal responsable y personal de mantenimiento sobre la operación y tareas rutinarias de mantenimiento en el momento de la etapa de instalación.

### **Proponer la misión y visión del departamento de mantenimiento.**

La organización del departamento de mantenimiento debe tener la misión, que es la razón de ser o propósito de su existencia dentro de la Institución, y se propone la siguiente:

*Brindar servicios de operación y mantenimiento hospitalario, por medio de las mejores prácticas y optimización de recursos, sirviendo de vínculo, para la efectividad de los servicios médicos del hospital.*

También debe poseer la visión como departamento de mantenimiento, siendo la siguiente:

*Ser un departamento de mantenimiento pertinente y reconocido en el sector hospitalario, por la capacidad de optimizar y sistematizar el mantenimiento, satisfaciendo las expectativas de los clientes internos que demanda el servicio de mantenimiento.*

**Objetivos para la gestión del mantenimiento que contribuyen al logro de los objetivos a nivel de gestión de activos físicos:**

- Garantizar la disponibilidad de la cartera de activos cuando se requieran, con seguridad, fiabilidad y mantenibilidad.
- Contribuir con el logro de los objetivos estratégicos de la Institución.
- Elaborar la documentación necesaria para la gestión del mantenimiento
- Adiestrar al personal de mantenimiento
- Implementar un sistema de indicadores claves de desempeño del mantenimiento.
- Alcanzar la vida útil de diseño de los equipos e instalaciones.
- Ejecución de las mejores prácticas del mantenimiento a través de la mejora continua.
- Optimizar los costes de mantenimiento durante todo el ciclo de vida de los activos.

**Para la gestión de activos físicos, los objetivos propuestos que contribuyen a logro de los objetivos estratégicos de la institución, son los siguientes:**

- Disponer del inventario de activos físicos a mantener, con su respectiva codificación, ficha técnica e historial.
- Valorar la criticidad en los activos físicos para asignar prioridades, recursos y estrategias de mantenimiento.
- Implementar el AMEF en sistemas o activos críticos en busca de las mejores prácticas mediante un efectivo plan de mantenimiento preventivo.
- Contar con procedimientos de gestión para todas las etapas del ciclo de vida de los activos.
- Establecer el valor que generan de los activos físicos.
- Establecer los recursos de logística necesarios para la gestión de activos físicos.

4.2.5.2 *Estrategia de mantenimiento.* Este subgrupo especifica las estrategias de actualidad de la gestión del mantenimiento y la propuesta de estrategias para los activos físicos, objetivos para departamento de mantenimiento, su involucración con los objetivos y la forma de medir la efectividad de acciones de mejora.

**Las estrategias de gestión del mantenimiento.** Las estrategias que maneja el departamento de mantenimiento de SOLCA Chimborazo son básicas y moderadas;

básicas porque ante la falla funcional ocurrida aplican mantenimiento correctivo; y moderadas porque tiene un plan anual de mantenimiento general para los activos, con un programa de actividades preventivas y correctivas con información poco sistematizada. Lo ideal sería responder con estrategias intensivas, que basadas en el análisis criticidad de activos se enfrente a los equipos menos críticos con actividades correctivas en mayor cantidad que actividades preventivas, mientras que a los activos semicríticos se enfrente con actividades preventivas a mayor escala y en los activos críticos se enfrente con mantenimiento basado en la confiabilidad.

***Para la gestión de activos físicos las estrategias recomendadas son:***

- El diseño de un sistema de control de indicadores económicos, técnicos y organizacionales, que midan la efectividad del mantenimiento aplicado y la eficacia y eficiencia del talento humano.
- Implementar el análisis de criticidad de los activos físicos, para realizar el análisis de modos y efectos de fallo, más el cálculo del índice de prioridad de riesgos para establecer acciones que disminuyan este índice, mediante el diagrama de evaluación de tareas del RCM.
- Mejorar la forma en que son operados los activos físicos, siguiendo procedimientos del manual de operaciones, también por medio de consultas de inquietudes a los proveedores de los activos.

**Objetivos del departamento de mantenimiento.** Se proponen los siguientes objetivos para el departamento de mantenimiento, que es el ente encargado de prestar oportuna y eficientemente los servicios requeridos, en mantenimiento preventivo y correctivo, en los diferentes sistemas y equipos existentes. La norma “EN 16646” establece; que los objetivos del plan estratégico de la institución deben estar en conexión con los objetivos del departamento de mantenimiento, para asegurar la sostenibilidad y competitividad de la Institución, así tenemos en la tabla 37.

Frente a estos objetivos, es necesario la concientización de todo el personal de mantenimiento para lograr estos fines, seguido de la retroalimentación por parte de la autoridad superior, quién es encargado de cumplir y hacer cumplir con responsabilidad los servicios encomendados.

**Tabla 37. Objetivos institucionales y objetivos del departamento de mantenimiento**

| Objetivos de la institución  | Objetivos del departamento de mantenimiento  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizar la atención al paciente oncológico, siendo más eficientes, oportunos y eficaces en Prevención, Diagnóstico y Tratamiento.</li> <li>• Tratando de acortar al máximo el tiempo promedio en el diagnóstico y tratamiento clínico quirúrgico de nuestros pacientes con un servicio de calidad, calidez y pertinencia de sus colaboradores.</li> <li>• Planificar la distribución equitativa de los pacientes por especialidad en la Consulta externa para dar un servicio eficaz y eficiente.</li> <li>• Capacitar al personal Médico, Paramédico, Enfermeras, Auxiliares de enfermería y administrativo en las normas y reglamentos a cumplirse en esta Unidad Oncológica.</li> <li>• Capacitar y actualizar permanente al personal mediante congresos, cursos, seminarios, pasantías, etc. debe tener prioridad ya que esto redundará en beneficio del paciente.</li> <li>• Establecer fechas periódicas para reuniones interdepartamentales para conocer las necesidades y requerimientos de cada servicio.</li> <li>• Incrementar el Servicio de Seguridad y Salud Ocupacional para el beneficio de los empleados.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir con las normas de seguridad y medio ambiente.</li> <li>• Conservar los activos físicos en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y fiable, sin obstaculizar los Servicios médicos.</li> <li>• Asegurar la adaptación y aprendizaje de personas en proceso de formación.</li> <li>• Elevar la satisfacción de los clientes internos y externos.</li> <li>• Actualizar la documentación del mantenimiento.</li> <li>• Planificar y programar los trabajos de mantenimiento.</li> <li>• Reducir los trabajos de mantenimiento imprevistos.</li> <li>• Promover el trabajo en equipo y la toma de decisiones.</li> <li>• Implementar y mejorar en forma continua las estrategias de gestión del mantenimiento y gestión de activos.</li> </ul> |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

Respecto a las acciones de mejora que se toman dentro del DMTTO, es necesario medir *¿Qué tan efectivas son estas acciones de mejora?*, razón por la cual se recomienda utilizar indicadores claves de desempeño, en todos los sentidos; económicos, organizacionales y técnicos, que más adelante se proponen.

4.2.5.3 *Mantenimiento de primera línea.* Estas actividades de primera línea, son también llamadas mantenimiento autónomo o de rutina, en la Institución, los técnicos de cada turno observan, registran y ejecutan acciones de lubricación y limpieza que mediante unos check-list diarios y nocturnos, (ver anexo D), se anotan los parámetros de funcionamiento de los equipos, para posterior a ello ser analizados, que ayuden en la toma de decisiones, con acciones correctoras si fuese necesario. Para dar seguimiento a estas actividades se propone el siguiente Kpi organizacional, que servirá de monitorización acorde a la norma “EN 16646”.

**Tabla 38. Indicador de cumplimiento check list**

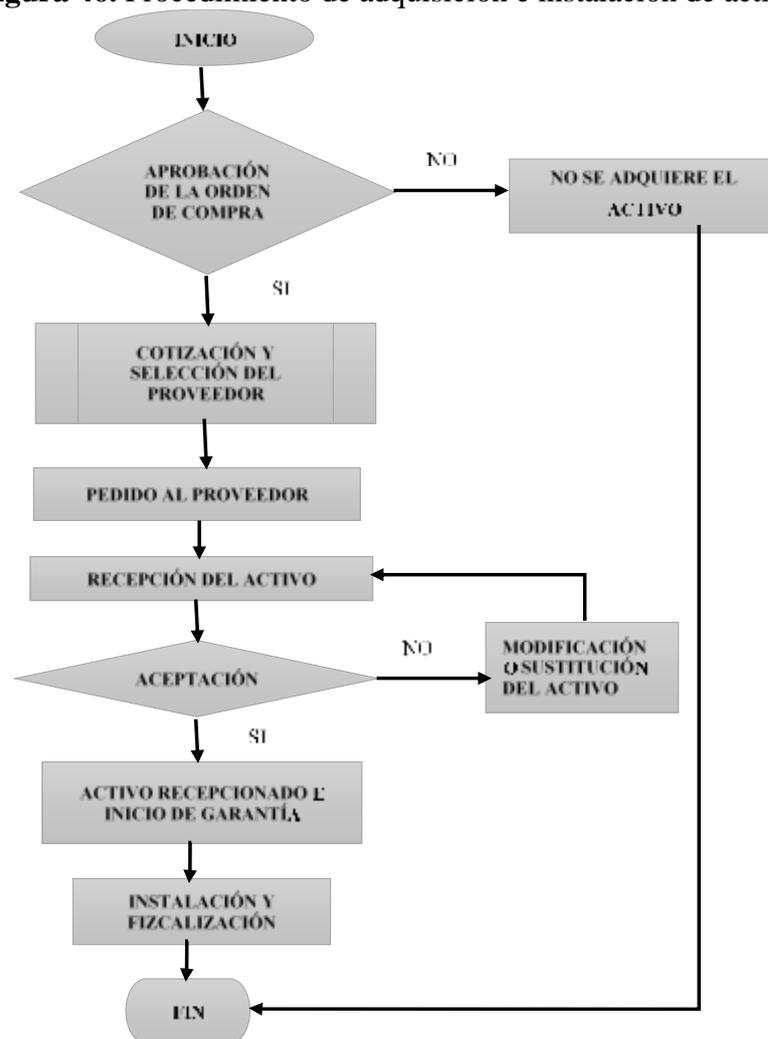
| <b>Indicador organizacional</b> |                            |   |
|---------------------------------|----------------------------|---|
| 1                               | Nombre:                    | Cumplimiento de los Check List  |
| 2                               | Procedimientos de cálculo: | $(\text{Total de check-list realizados}) / (\text{Total de check-list programados}) \times 100$ |
| 3                               | Unidad:                    | %   |
| 4                               | Sentido:                   | Creciente   |
| 5                               | Fuente de información:     | Documentación del mantenimiento autónomo  |

|    |                                 |  |
|----|---------------------------------|--|
| 6  | Frecuencia de la toma de datos: | Semanal                                      |
| 7  | Valor de actualidad(capacidad): | 90%  |
| 8  | Valor de potencialidad:         | 100%   |
| 9  | Meta:                           | 100%   |
| 10 | Frecuencia de análisis:         | Mensual                                      |
| 11 | Responsable del análisis:       | Ing. Bolívar Burbano (JEFE DE MANTENIMIENTO) |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

4.2.5.4 *Mantenimiento en la recepción y aceptación de la instalación.* El proceso de adquisición, recepción, aceptación e instalación de la maquinaria es parte de la norma *EN 16646*, en generar el procedimiento correcto y a más de eso indicar las contribuciones entre el proceso de mantenimiento y el proceso de adquisición. El procedimiento propuesto se muestra en el siguiente flujograma:

**Figura 46.** Procedimiento de adquisición e instalación de activos



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

Descripción del procedimiento:

- a) *Aprobación de la orden de compra.* Es necesario que SOLCA-Chimborazo cumpla con las disposiciones legales y reglamentarias de SOLCA Núcleo de Quito y su reglamento interno Institucional, para que a través de los miembros de la dirección ejecutiva decidan adquirir el activo dependiendo del recurso económico y necesidad a satisfacer.
- b) *Cotización y selección del proveedor.* Una vez aprobada la orden de compra, el departamento de compras es el encargado de solicitar cotizaciones a varios proveedores competitivos, debe presentar dichas cotizaciones al jefe financiero para comparar y analizar la mejor opción, si existe el presupuesto necesario se sigue el proceso caso contrario se devuelve la solicitud de compra al área solicitada.
- c) *Pedido al proveedor.* El área de contabilidad es el encargado de contactar al proveedor para el desembolso necesario por adquisición del activo.
- d) *Recepción del activo.* El activo adquirido siempre deberá llegar a bodega, con su respectivo manual de operación y mantenimiento en idioma inglés y español, también incluirán los planos de los sistemas mecánicos y eléctricos, donde se registrará el activo, para una revisión posterior.
- e) *Aceptación del activo.* Deberán estar presentes; el proveedor o el personal designado por este, el personal de mantenimiento, jefe del área solicitante, bodeguero y el personal que operará el activo, para verificar las características y especificaciones técnicas del activo, de ser así se procederá a la devolución o modificación por parte del proveedor.
- f) *Activo recepcionado e inicio de garantía.* Se codificará el activo y se determinarán las condiciones y tiempo que cubre la garantía del activo por parte del proveedor, en un documento firmado de conformidad por parte del proveedor y del responsable del activo.
- g) *Instalación y fiscalización.* La instalación obligadamente tiene que ser del proveedor, mantenimiento únicamente participa como fiscalizador de la instalación. El proveedor deberá verificar el contexto operacional si es bueno para la instalación del activo, caso contrario pedirá su modificación a la institución. Las partes a fiscalizar serán; montaje, anclaje, nivelado, alineación, montaje de elementos auxiliares y de protección, suministro de energía y pruebas de funcionamiento en vacío y en carga. Una vez puesta a punto el activo, el proveedor deberá capacitar al personal involucrado en la operación y mantenimiento autónomo a seguir.

Las siguientes contribuciones son entradas para el proceso de mantenimiento y para el proceso de adquisición establecidas por la norma EN 16646:

*Contribuciones del proceso de adquisición al mantenimiento:*

- La lista de activos (jerarquía técnica) que compone la cartera de un sistema de activos
- Los costes de los activos a cada nivel de intervención. Estos costes se utilizan especialmente para tomar decisiones entre sustituciones o reparaciones y para determinar las piezas de repuesto a aprovisionar.
- Las características de los activos en términos de materiales, tecnología, geometría, peso, que son necesarios para determinar los mecanismos de fallo posible y las posibles acciones de mantenimiento.
- Ingeniería realiza un análisis funcional. Identifica las funciones requeridas, las condiciones de operación y constituye una base para el análisis de los modos de fallo y su criticidad, que es parte del proceso de mantenimiento.
- Se especifican los modos de operación previstos, así como las condiciones ambientales.
- Las características de disponibilidad del sistema de activos son la base para la atribución de requisitos de fiabilidad y mantenibilidad de los componentes del activo.
- La documentación de los activos a diferentes niveles de intervención que llega de los fabricantes e ingeniería (directrices de operación y mantenimiento del fabricante, planos de los sistemas mecánicos y eléctricos). (UNE-EN 16646, 2015)

*Contribuciones del mantenimiento al proceso de adquisición:*

- Niveles requeridos de mantenibilidad de los componentes de los activos, como los niveles de fiabilidad, que dependen de la atribución de mantenibilidad entre los activos para alcanzar la disponibilidad requerida.
- Disponibilidad de herramientas, infraestructuras y personal cualificado. La creación o adquisición de activos debe tener en cuenta los recursos que la organización ya tiene con respecto al mantenimiento y los recursos externos disponibles.
- Niveles requeridos de fiabilidad de operación de los componentes de los activos.
- Estrategia de mantenimiento basada en el plan estratégico organizativo de la empresa a través de la estrategia de gestión de los activos físicos. Se define especialmente qué

recursos se destinan, qué se contrata externamente, qué clase de métodos deben utilizarse.

- Nivel de seguridad requerido para el personal de mantenimiento. La realización de tareas de mantenimiento provoca a menudo que el personal de mantenimiento se enfrente riesgos para su salud y seguridad. Estas tareas de mantenimiento especificadas en los planes de mantenimiento deben analizarse (considerando, por ejemplo, la energía residual, las sustancias peligrosas, análisis de riesgo) para especificar los requisitos de seguridad (tales como dispositivos de protección o equipos de protección individual). (UNE-EN 16646, 2015)

4.2.5.5 *Métodos y rutinas de mantenimiento.* Los métodos y rutinas de mantenimiento por parte del personal de mantenimiento tienen que ser registrados, que se evidencie los procedimientos de operación para todos los sistemas de activos y activos individuales a cargo del Departamento de mantenimiento. Esto ayudará en un futuro contratar personal nuevo, para colaborar en su adaptación y adiestramiento en las actividades. Estos procedimientos deben incluir las capacidades, herramientas y materiales necesarios.

Los procedimientos de operación que se realizan diariamente son los siguientes:

#### **A. Procedimiento para la generación de vapor:**

- Purgar el caldero hasta el límite establecido por el visor de nivel.
- Verificar el nivel de combustible y abrir la válvula de suministro de combustible.
- Encender desde el tablero de control, el panel de agitador de químicos, ablandador, bombas de condensado y el programador del caldero.
- Encendido de programador
- Esperar unos 30 a 45 minutos hasta que el caldero alcance su presión de trabajo óptima de 100 PSI máx. y 70 PSI mín.
- Lograda la presión recomendada, se procede a abrir la válvula de purga de manifold de vapor para poder eliminar el agua que se encuentra en las tuberías.
- Vaciado el agua, abrir las válvulas de distribución para cada área establecida en el siguiente orden; cocina, lavandería, calentadores de agua y esterilización.
- Encender el panel de control del AERCO 01 y después de 1 minuto encender la bomba de distribución de agua caliente.

- Verificar la temperatura del agua caliente que este a 55 grados centígrados.
- A las 08h00, realizar purgas de fondo del caldero y purgas del manifold.
- En el área de cocina purgar marmitas y en el área de lavandería purgar las planchas y secadoras.
- Realizar purgas de fondo del caldero a las 14h00.
- Al momento de apagar el caldero, primero se deberá realizar las purgas, de la misma forma en el manifold.
- Apagar la bomba de agua caliente y apagar el AERCO.
- Cerrar las válvulas de distribución de vapor.
- Apagar el programador, panel de control y ablandador de químicos.

### **B. Procedimiento en el sistema de bombeo.**

- El encendido de las bombas es en forma automática cuando existe pérdida de caudal y presión en los tanques presurizados, estos trabajan las 24 horas.
- Verificar el nivel de agua en las dos cisternas.
- Revisión del filtro de arena.
- Verificar la presión del sistema de bombeo a 40 psi.
- Inspección del tablero de control.
- Revisión de las bombas centrífugas.
- Verificar si existe fuga de agua por lado de manifold de distribución.

### **C. Procedimiento en la generación eléctrica.**

- Verificación de los parámetros de funcionamiento; voltaje 125V y frecuencia 60Hz, estos parámetros son los que se manejan cuando se trabaja con la distribución eléctrica normal.
- Cuando funciona con el generador, el encendido es automático, detecta el programador la ausencia de energía eléctrica inmediatamente aproximadamente de 15 a 30 segundos se mantiene estabilizado por la distribución de energía eléctrica, mientras tanto en esos 15 segundos funcionan los UPS.
- De igual manera detecta cuando exista el retorno de la energía de distribución normal, el equipo deja de funcionar.

#### **D. Procedimientos generales.**

- Recolección de datos de presión de los tanques de óxido nitroso, aire médico y oxígeno.
- Toma de kilometraje de uso de las bombas de la central de succión o de vacío.
- Revisión de la cantidad de gas licuado de petróleo y su uso en cocina.
- Verificar la funcionalidad de los siguientes equipos: lavadoras, planchas, secadoras, esterilizadoras, UPS, unidad de aire comprimido y centrales de ventilación.
- Inspección de la luminaria del hospital y verificación de fugas en el GLP.

Para todos estos procedimientos los técnicos de mantenimiento deben tener el conocimiento de los sistemas, instalaciones y equipos existentes para ser operados de la mejor manera dentro del contexto de operación, además estar en la capacidad de resolver problemas con un tiempo de respuesta eficiente. También es necesario disponer del kit de protección personal, kit básico de herramientas, guaipe y un multímetro.

4.2.5.6 *Mantenimiento en el diseño. Diseño para la mantenibilidad.* Este subgrupo contiene los procedimientos de modificación de activos, tomando en cuenta cuestiones de mantenibilidad para realizar actividades de mantenimiento y la actualización de la documentación.

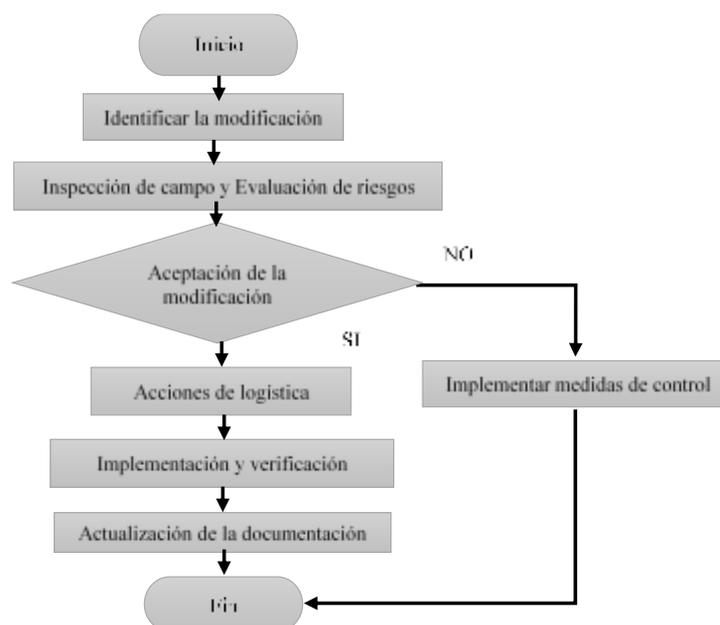
#### **Procedimiento de modificación de instalaciones/equipos.**

El procedimiento de modificación se lo hace para cambiar una o varias funciones, de instalaciones, sistemas, activos y componentes mas no una sustitución de los mismos, con el fin de promover la mejora continua en la Institución, manteniendo siempre disponibles las instalaciones, sistemas, activos y componentes, a la hora y cuando se los necesite desarrollen la función requerida, es por eso que se recomienda el siguiente proceso:

a. *Identificar la modificación.* Es trabajo del departamento de mantenimiento identificar las posibles modificaciones en instalaciones y activos, para posterior a ello documentar en una solicitud de modificación, entregada a la autoridad competente; conteniendo el nombre de la modificación, una descripción de los antecedentes para modificar, las consecuencias que conduciría el no modificar y el costo estimado.

- b. *Inspección de campo y evaluación de los riesgos.* Dirección ejecutiva en conocimiento de la solicitud de modificación, como la autoridad competente ordenará la ejecución de una inspección de campo integrada por los jefes departamentales, mantenimiento y bodega para observar el estado de la situación problema, para evaluar los riesgos propensos y determinar si es factible la modificación.
- c. *Aceptación de la modificación.* Esta parte depende del resultado de la evaluación de los riesgos, si directamente tiene que ver con consecuencias a la seguridad ocupacional y desempeño de los activos; el director ejecutivo aceptará la modificación, caso contrario mantenimiento llevara un control de la evolución del fenómeno dado, para tomar soluciones más adelante.
- d. *Acciones de logística.* Son las actividades que tienen que ver con la documentación y la entrega de todos los recursos necesarios para implementar la modificación, esto es solicitud de compra, órdenes de compra, programación de la orden de trabajo con la mano de obra, elementos, herramientas y materiales.
- e. *Implementación y verificación de la modificación.* Tiene que ser programada y comunicada a las áreas involucradas, para evitar ser afectadas; si el DMTTO es el encargado de la modificación será quien realice las pruebas del correcto funcionamiento, caso contrario si es tercerizado, mantenimiento participara como fiscalizador.
- f. *Actualización de la documentación.* Se actualizará la documentación referente a la modificación implementada, respecto a historiales y planes de mantenimiento.

**Figura 47.** Procedimiento de modificación de equipos/instalaciones



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

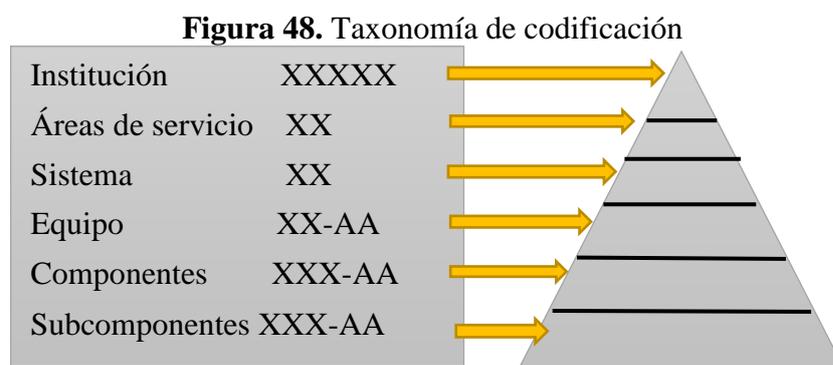
En las modificaciones es necesario tomar en cuenta la mantenibilidad, siendo una característica de diseño, ya que un activo con el menor número de elementos es más confiable y mantenible, también es una característica de instalación porque permite el acceso fácil al activo para ser conservado o recuperado. Dentro de la documentación es necesario su actualización, haciendo constar la modificación implementada en el sistema de activos o activo individual, que afectan al plan de mantenimiento y ficha técnica del equipo.

En la etapa de selección y recepción del activo debe involucrarse el departamento de mantenimiento para realizar el AMEF, del nuevo activo seleccionado, con el fin de saber; como puede fallar y como se puede prevenir las consecuencias de los modos de falla mediante tareas propuestas que sean factibles técnicamente y sostenibles.

#### 4.2.6 Documentación

4.2.6.1 Documentación. Para una efectividad en la gestión del mantenimiento es necesario disponer de la documentación e información de todos los activos, para poder hacer uso de las herramientas de gestión del mantenimiento y actuar bajo documentación aprobada y solicitada como son las órdenes de trabajo (OT), orden de compra (OC), solicitud de repuestos (SR), solicitud de trabajo (ST) y otros.

Todo activo físico a más de tener su propio código, deben también ser codificados los componentes y subcomponentes, para mejorar la logística en los trabajos de mantenimiento planificados y no planificados, es así, que se recomienda adoptar la taxonomía del estándar; (ISO 14224, 2016), estableciendo una estructura jerárquica, tal como se observa en la figura siguiente:



**Fuente:** ISO 14224, 2009

Taxonomía es una clasificación sistemática de elementos en grupos genéricos basados en factores posiblemente comunes a varios de los ítems (ubicación, uso, subdivisión de equipos, componente, subcomponentes etc.).

La nomenclatura usada son caracteres de letras y números, donde; el primer nivel está formado por cinco letras, que son las iniciales del nombre de la Institución, el segundo y tercer nivel están formados por dos letras que son las iniciales del área de servicio y del sistema al que pertenece, un cuarto nivel está formado por dos letras que también son iniciales del nombre del equipo y por dos números que representan el número de equipo, ya que pueden existir equipos del mismo tipo y es necesario diferenciarlos, un quinto y sexto nivel están representados por tres letras que respectivamente son las iniciales del nombre del componente y del subcomponente, más dos número que indican el número de componente y subcomponente, en caso de existir más de las mismas características, la siguiente tabla muestra un claro ejemplo.

**Tabla 39.** Ejemplos de codificación

| <b>Nivel</b> | <b>Taxonomía</b> | <b>Nombres</b>                     | <b>Código</b> |
|--------------|------------------|------------------------------------|---------------|
| 1            | Institución      | Unidad Oncológica SOLCA-Chimborazo | <b>UOSCH</b>  |
| 2            | Área             | Casa de Máquinas                   | <b>CM</b>     |
| 3            | Sistema          | Generación de Vapor                | <b>GV</b>     |
| 4            | Equipo           | Caldero                            | <b>CL01</b>   |
| 5            | Componente       | Elementos de Control               | <b>ELC01</b>  |
| 6            | Subcomponente    | Manómetro                          | <b>MNMT01</b> |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

Entonces; el código final se representa sumando los seis niveles: **UOSCH-CM-GV-CL-02-ELC01-MNM01**

Ésta numeración debe ser utilizada habitualmente como parte de la documentación técnica, solicitud de recambio y/u orden de trabajo, contribuyendo a la gestión del mantenimiento, ya que la información es el camino al mejoramiento. Los problemas se ven en no saber utilizar este sistema, porque se dan casos; donde, no se sabe si se dispone de esta documentación, o si se dispone de la documentación no se sabe dónde encontrar, teniendo como resultado una pérdida de tiempo en localizar la información necesaria a la hora de atender un evento potencial o funcional de falla, otro caso, asimismo es no poder encontrar el equipo rápidamente para realizar tareas de mantenimiento sobre él, o si se

dispone de repuestos no se sabe al equipo al que pertenece por no llevar este sistema de codificación y más aun no tener un registro de órdenes de compra por no saber cómo registrar los componentes y subcomponentes adquiridos.

Es necesario disponer de planos de despiece de los equipos y sus componentes con su respectiva codificación, esto ayuda en el procedimiento de logística para una previsión o compra de repuestos, identificación de componentes para un recambio, agilidad en el trabajo y sobre todo genera conocimiento sobre el equipo para el personal responsable de la operación y mantenimiento.

#### 4.2.7 *Mejora continua*

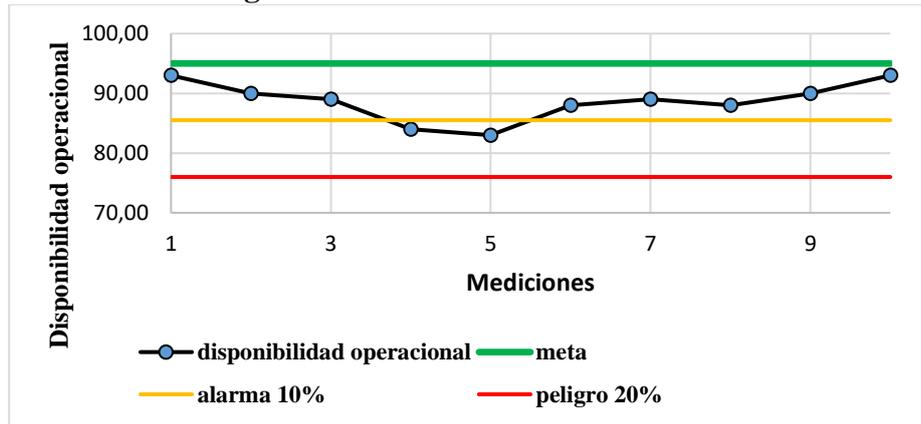
4.2.7.1 *Generalidades de la mejora continua.* El ciclo de la calidad es el camino recurrente hacia la mejora continua, el planear, hacer, verificar y actuar, engloba el método a seguir y herramientas a utilizar.

Para disminuir los paros operacionales y evitar las consecuencias de los modos de fallo es necesario realizar un análisis de modos y efectos de fallo, que determinen acciones de mantenimiento proactivas que sean factibles técnicamente y sostenibles, este análisis debe ser gestionado por un equipo de trabajo basado en la metodología Kaizen (mejora), liderado por una persona con conocimiento en el desarrollo del AMEF, el personal del departamento de mantenimiento y los jefes departamentales, como responsables de los equipos a su cargo.

El uso de técnicas estadísticas, evidenciarán la efectividad del mantenimiento aplicado, por ejemplo, la gráfica de presentación de los indicadores claves de desempeño, donde se representará las curvas de; la meta del indicador, la capacidad alcanzada del indicador en varios intervalos de tiempo y los límites de alarma y de peligro.

Cuando el indicador es creciente, por ejemplo, la disponibilidad operacional, la meta es el 95%, si en dos mediciones seguidas el indicador disminuye de la meta un 10% como límite de alarma es necesario tomar una acción preventiva, en cambio si disminuye más del 20% como límite de peligro es necesario tomar una acción correctiva. Tal como se aprecia en la figura siguiente:

**Figura 49.** Presentación de KPI creciente

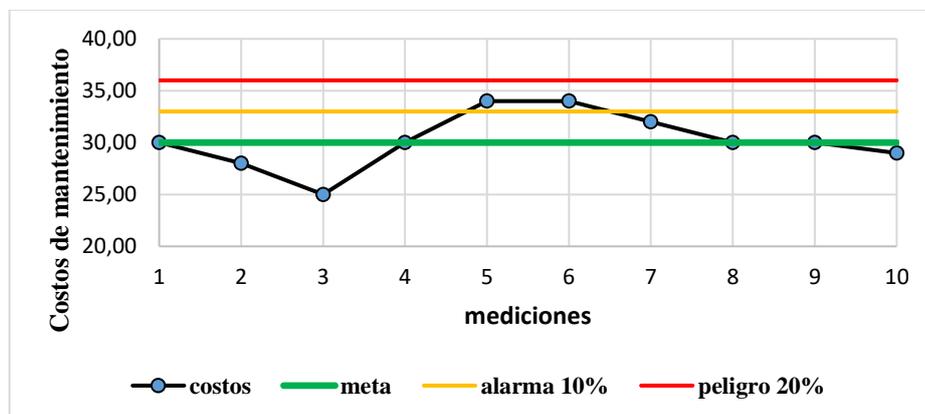


Fuente: Ing. Eduardo Hernández, 2015

En la figura, la disponibilidad operacional se la puede calcular de forma mensual.

Cuando se tiene un indicador decreciente, por ejemplo, costos del mantenimiento la meta es reducir un 30%, si en dos mediciones mensuales seguidas, el indicador se eleva de la meta un 10% como límite de alarma es necesario tomar una acción preventiva, en cambio si se eleva más del 20% como límite de peligro es necesario tomar una acción correctiva de inmediato, tal como se observa en la figura siguiente.

**Figura 50.** Presentación del KPI decreciente



Fuente: Ing. Eduardo Hernández, 2015

4.2.7.2 *Benchmarking*. Para cumplir con el proceso de benchmarking, tiene que ser una política de mejora acorde a los objetivos organizacionales, que, a través de un Kpi, se pueda medir su evolución y comparar frente a un patrón establecido; entonces la política propuesta es: *Mejorar el nivel de disponibilidad operacional*, hasta un determinado punto que presente beneficios económicos para la Institución, aplicado a los activos físicos según el análisis de criticidad.

- Críticos 95% de disponibilidad.
- Semicríticos 92% de disponibilidad.
- No críticos 90% de disponibilidad.

**Definición del indicador:** La disponibilidad es la aptitud de un elemento para encontrarse en un estado en que pueda realizar su función, cuándo y cómo se requiera, bajo condiciones dadas, asumiendo que se dispone de los recursos externos necesarios. (EN 13306, 2011)

**Objetivo del indicador:** Saber la eficacia de la gestión del mantenimiento o plan de mantenimiento.

**Tabla 40.** Indicador de disponibilidad

| Indicador operativo |                                 |  |
|---------------------|---------------------------------|--|
| 1                   | Nombre:                         | Disponibilidad de equipo                     |
| 2                   | Procedimiento de cálculo:       | $(TMEF / TMEF + MTTR) \times 100$            |
| 3                   | Unidad:                         | %  |
| 4                   | Sentido:                        | Creciente                                    |
| 5                   | Fuente de información:          | Historial del equipo                         |
| 6                   | Frecuencia de la toma de datos: | Mensual                                      |
| 7                   | Valor de actualidad(capacidad): | ??%  |
| 8                   | Valor de potencialidad:         | 98%  |
| 9                   | Meta:                           | 95%  |
| 10                  | Frecuencia de análisis:         | TRIMESTRAL                                   |
| 11                  | Responsable del análisis:       | Ing. Bolívar Burbano (JEFE DE MANTENIMIENTO) |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

El valor de actualidad está con interrogación, porque es un modelo de plantilla a seguir y haría falta calcular el indicador referente a un determinado activo, para saber su valor.

Es necesario que el jefe de mantenimiento, revise el nivel de desempeño alcanzado por los indicadores y programe reuniones mensuales rápidas, para poder comunicar los resultados de benchmarking, y así tomar decisiones recurrentes por la mejora continua.

La disponibilidad como una técnica determinista, se aplica a elementos reparables que se puede devolver su función requerida y que, mediante su correcta gestión, sirve para focalizar esfuerzos dentro un sistema de activos, basándonos en un diagrama de bloques bien elaborado y haciendo la pregunta; Si falla una de las etapas, ¿cómo afecta al sistema? Las posibles respuestas serán; se para el sistema por completo o el sistema sigue funcionando en condiciones normales. Este análisis ayudaría a la toma de decisiones y

encontrar la mejor oportunidad de mejora con el fin de reducir los tiempos de indisponibilidad.

4.2.7.3 *Indicadores de gestión (KPI's key performance indicators)*. Para dar solución a las deficiencias encontradas respecto a los indicadores, la autoridad superior (jefe de mantenimiento) puede manejar tantos indicadores como objetivos pueda mantener bajo control, para cumplir con la misión asignada como Departamento de Mantenimiento, estos indicadores deben especificar su definición, objetivo, método de cálculo, fuente de información, frecuencia y responsabilidad, para una mejor interpretación y es así que se proponen los siguientes indicadores operativos y económicos en una plantilla modelo:

a) **Indicadores operativos.** Éstos indicadores son también llamados indicadores técnicos, que relacionan los índices de mantenimiento como disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad, TMEF, MTTR, entonces se propone los siguientes:

### 1. Tiempo medio entre fallos

**Definición del indicador:** El tiempo medio entre fallos estadísticamente es el promedio de tiempo transcurrido entre una falla y la siguiente, para un sistema reparable con una tasa de fallos constante.

**Objetivo del indicador:** Observar los tiempos medios entre fallos para establecer mejoras en el plan de mantenimiento programado y a la vez incrementar la fiabilidad del sistema.

**Tabla 41.**Indicador TMEF

| Indicador operativo |                                 |   |
|---------------------|---------------------------------|---|
| 1                   | Nombre:                         | Tiempo medio entre fallos                           |
| 2                   | Procedimientos de cálculo:      | (Tiempo total de funcionamiento / número de fallos) |
| 3                   | Unidad:                         | Horas   |
| 4                   | Sentido:                        | Creciente   |
| 5                   | Fuente de información:          | Historial del equipo                                |
| 6                   | Frecuencia de la toma de datos: | Mensual   |
| 7                   | Valor de actualidad(capacidad): | ??%   |
| 8                   | Valor de potencialidad:         | 95%   |
| 9                   | Meta:                           | 90%   |
| 10                  | Frecuencia de análisis:         | Trimestral  |
| 11                  | Responsable del análisis:       | Ing. Bolívar Burbano (JEFE DE MANTENIMIENTO)        |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

El valor de actualidad está con interrogación, porque es un modelo de plantilla a seguir y haría falta calcular el indicador referente a un determinado activo, para saber su valor.

## 2. Tiempo medio para reparar

**Definición del indicador:** El tiempo medio para reparar es el tiempo promedio que toma en intervenir correctivamente para reparar algo después de una falla.

**Objetivo del indicador:** Observar los tiempos empleados en devolver la función requerida de los sistemas, para su optimización más eficiente.

**Tabla 42.** Indicador MTTR

| Indicador operativo |                                 |   |
|---------------------|---------------------------------|---|
| 1                   | Nombre:                         | Tiempo medio de recuperación                      |
| 2                   | Procedimiento de cálculo:       | (Tiempo total de recuperación / número de fallos) |
| 3                   | Unidad:                         | Horas   |
| 4                   | Sentido:                        | Decreciente                                       |
| 5                   | Fuente de información:          | Historial del equipo                              |
| 6                   | Frecuencia de la toma de datos: | Mensual   |
| 7                   | Valor de actualidad(capacidad): | ??%   |
| 8                   | Valor de potencialidad:         | 15%   |
| 9                   | Meta:                           | 20%   |
| 10                  | Frecuencia de análisis:         | Trimestral  |
| 11                  | Responsable del análisis:       | Ing. Bolívar Burbano (JEFE DE MANTENIMIENTO)      |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

El valor de actualidad está con interrogación, porque es un modelo de plantilla a seguir y haría falta calcular el indicador referente a un determinado activo, para saber su valor.

## 3. Cumplimiento del mantenimiento preventivo

**Definición del indicador:** Es un indicador que refleja la eficacia y eficiencia del personal de mantenimiento en cumplir con las actividades planificadas.

**Objetivo del indicador:** Medir el grado de acierto de la planificación de actividades preventivas, con sus respectivas órdenes de trabajo registradas.

El valor de actualidad está con interrogación, porque es un modelo de plantilla a seguir.

**Tabla 43.** Indicador de cumplimiento del MP

| <b>Indicador operativo</b> |                                 |  |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| 1                          | Nombre:                         | Cumplimiento del mantenimiento preventivo                                      |
| 2                          | Procedimiento de cálculo:       | (Órdenes de trabajo acabadas / total de órdenes de trabajo planificadas) x 100 |
| 3                          | Unidad:                         | %  |
| 4                          | Sentido:                        | Creciente  |
| 5                          | Fuente de información:          | Documentación del mantenimiento  |
| 6                          | Frecuencia de la toma de datos: | Mensual  |
| 7                          | Valor de actualidad(capacidad): | ??%  |
| 8                          | Valor de potencialidad:         | 100%   |
| 9                          | Meta:                           | 95%  |
| 10                         | Frecuencia de análisis:         | Trimestral   |
| 11                         | Responsable del análisis:       | Ing. Bolívar Burbano (JEFE DE MANTENIMIENTO)                                   |

**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

b) **Indicadores económicos.** Ésta familia de indicadores son los que permiten al departamento de mantenimiento, el análisis de la situación actual y el rendimiento económico de lo pasado y presente para tomar decisiones sobre como optimizar los costes y gastos generados en materia de gestión del mantenimiento, anteriormente en el subgrupo de costes de mantenimiento, en las tablas 34, 35 y 36 se propusieron tres indicadores económicos.

El sistema de indicadores que maneje el departamento de mantenimiento debe ser conocido por todas las áreas involucradas, para contribuir alcanzar la meta fijada de cada uno de los indicadores.

Para mostrar competitividad y sostenibilidad como DMTTO, debe efectuarse el proceso de benchmarking, de los KPI's recomendados anteriormente, que consiste en tomar como referencia a los mejores ejemplares en el campo de mantenimiento hospitalario y adoptar sus métodos, estrategias y fines, siendo este proceso continuo de medición y mejoramiento de las prácticas del servicio brindado

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que las mejores prácticas van evolucionando con el tiempo, es decir; lo que hoy es una de las *mejores prácticas*, puede llegar a ser una obsoleta práctica en un futuro, siendo la clave la mejora continua, que es una actividad recurrente para mejorar el desempeño, a través de una nueva cultura organizacional, trabajo en equipo y liderazgo; por lo tanto, este desempeño puede ser medido cualitativamente o cuantitativamente. Es también necesario entender, que cuando realizamos un benchmarking no hay una modelo o normativa a seguir, pues todas las

Empresas, Instituciones o compañías tienen debilidades por atender y fortalezas para seguir adelante y ser reconocidas como las de clase mundial, que pueden evolucionar en el tiempo ya sea para bien o para mal, es por eso que, no deben etiquetarse a ninguna de ellas simplemente seguir en el proceso de mejora continua.

Un sistema de indicadores implementado, mide y compara el rendimiento del mantenimiento y es obligación del líder del departamento de mantenimiento comunicar a todo el personal involucrado directo e indirectamente los resultados alcanzados con el fin de motivar en mejorar continuamente, estableciendo objetivos estrategias y acciones, es lo que recomienda la norma de gestión de activos físicos dentro del mantenimiento.

*4.2.7.4 Grupos de mejora multidepartamentales.* La formación de estos grupos es indispensable para crear el mejor ambiente laboral, con el fin, de que toda implementación se auto sustente en el tiempo y no se pierdan los logros conseguidos, a través de la selección de las mejores prácticas, estrategias y uso de las demás herramientas de gestión (AC, AMEF, KPI), empezando primero por concientizar al personal, haciendo comprender que las máquinas no mueven a la organización por más alto nivel de automatización, sino las personas mismo mediante una buena operación de los activos, entonces nacen estos grupos de mejora, liderados por Mantenimiento y los jefes departamentales de las distintas áreas de servicio de la Institución, quienes son responsables de cumplir los objetivos de la Institución.

Para estos grupos de mejora se deben planificar reuniones periódicas, con el propósito de informar y analizar lo que esté sucediendo, que puedan atender al cumplimiento de los objetivos Institucionales y si todo va bien se puede mejorar aún más con actividades recurrentes.

*4.2.7.5 Análisis de modos y efectos de fallo.* Respecto a las áreas existentes en el hospital, ninguna comprende bien el concepto del AMEF, siendo Mantenimiento la única área que comprende un 30%, que se ve reflejado en desconocimiento de las ventajas potenciales que ofrece esta metodología, por pensar en el tiempo y esfuerzo que puede significar descubrir las posibles causas de falla o porque este análisis implicaría demasiado trabajo, pasando por alto, que el mantenimiento se maneja verdaderamente a nivel de los modos de fallo, por ejemplo: las OT son llevadas para cubrir modos de fallo específicos, al igual

que un plan de mantenimiento preventivo cubre posibles eventos de modos de fallo, por otro lado deben haber reuniones semanales para discutir los modos de fallo, para buscar soluciones, ya sean soluciones proactivas (antes del fallo) o reactivas (después del fallo) para evitar que se repitan, ahora estos modos de fallo necesariamente deben ser registrados en el historial de fallos. Las ventajas que ofrece esta herramienta para mejorar la gestión del mantenimiento son:

- Conocer a fondo el servicio, proceso y sistema donde se encuentren los activos físicos.
- Identificar oportunidades de mejor mediante el Know-How
- Generar u optimizar un efectivo plan de mantenimiento preventivo.
- Mejora la imagen y competitividad del Departamento de Mantenimiento.
- Mejora la satisfacción del cliente interno y externo.

Las razones para realizar Análisis de Efectos en Modo de Fallo pueden incluir lo siguiente:

- Identificar aquellos fallos que tienen efectos no deseados en el funcionamiento del sistema, impedir o degradar significativamente el funcionamiento o afectar la seguridad del usuario.
- Satisfacer los requisitos contractuales de un cliente, según corresponda.
- Permitir mejoras en la fiabilidad o seguridad del sistema (por ejemplo, mediante modificaciones de diseño o acciones de garantía de calidad).
- Permitir la mejora de la capacidad de mantenimiento del sistema (destacando las áreas de riesgo o no conformidades para la capacidad de mantenimiento) (EN 60812, 2006)

En vista de las razones mencionadas anteriormente para realizar un esfuerzo AMEF, los objetivos de un AMEF pueden incluir lo siguiente:

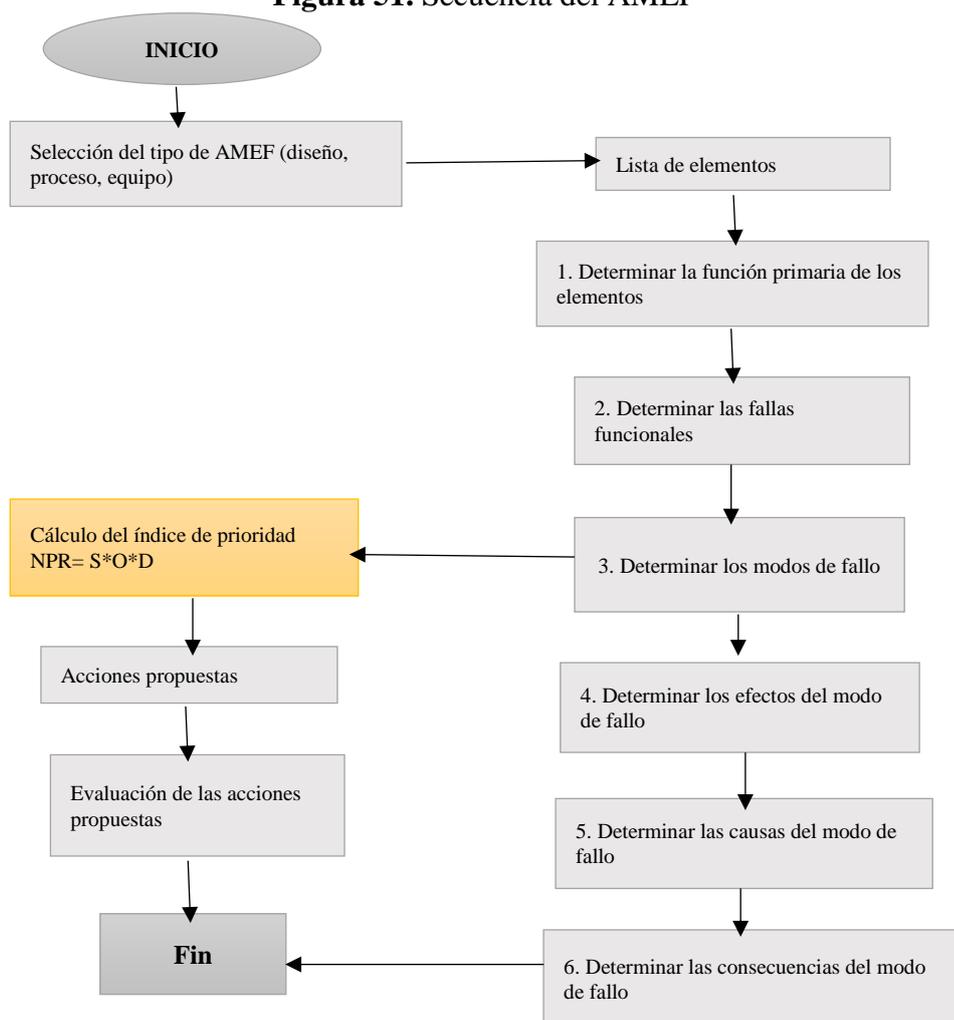
- La determinación de la criticidad o prioridad de abordaje / mitigación de cada modo de falla con respecto a la función o rendimiento correcto del sistema y el impacto en el proceso en cuestión.
- Una identificación y evaluación exhaustiva de todos los efectos no deseados dentro de los límites definidos del sistema analizado, y las secuencias de eventos provocados por

cada modo de fallo de elementos identificados, cualquiera que sea la causa, a varios niveles de la jerarquía funcional del sistema.

- Una clasificación de los modos de fallo identificados de acuerdo con las características pertinentes, incluyendo su facilidad de detección, capacidad de diagnóstico, compensación y disposiciones operativas (reparación, mantenimiento, logística, etc.)
- Identificación de fallas funcionales del sistema y estimación de medidas de gravedad y probabilidad de fallo.
- Elaboración de un plan de mejora del diseño para mitigar los modos de falla.
- Apoyar el desarrollo u optimizar un plan de mantenimiento efectivo para mitigar o reducir la probabilidad de fallo. (EN 60812, 2006)

La siguiente figura muestra la secuencia a seguir para elaborar un análisis de modos y efectos de fallo:

**Figura 51.** Secuencia del AMEF



**Fuente:** Raúl Capelo, 2016

A continuación, se definen los términos contenidos en el análisis de modos y efectos de fallo en base a la normativa:

- 1) *Función primaria*. La razón por la que cualquier organización adquiere algún activo o sistema es para cumplir con una función o funciones específicas. Estas se conocen como funciones primarias del activo. Por ejemplo, la razón principal por la que alguien adquiere un carro puede ser “transportar cinco personas a 90 Km una hora en un buen camino” (SAE JA1012, 2002)
- 2) *Falla funcional*. 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 JA1011, 1999)
- 3) *Modo de fallo*. Un evento único, que causa una falla funcional. Manera en que se produce la inaptitud de un elemento para realizar una función requerida (SAE JA1012, 2002)
- 4) *Efecto de fallo*. Lo que pasa cuando ocurre un modo de falla. (SAE JA1012, 2002)
- 5) *Causa de fallo*. Circunstancias habidas durante la especificación, el diseño, la fabricación, la instalación, la utilización o el mantenimiento que provocan el fallo. (EN 13306, 2011)
- 6) *Consecuencias de fallo*. Los efectos que puede provocar un modo de falla o una falla múltiple (evidencia de falla, impacto en la seguridad, en el ambiente, en la capacidad operacional, en los costos de reparación directos o indirectos) (SAE JA1012, 2002)

Estas consecuencias de los modos de fallo pueden ser múltiples, pero se las puede agrupar de manera jerárquica según el grado de importancia de la siguiente forma:

*Consecuencias ocultas*. Donde la pérdida de la función no es evidente en condiciones normales de funcionamiento, especialmente en los equipos de seguridad, protección y control.

*Consecuencias a la seguridad y medio ambiente*. Donde la pérdida de la función es

evidente en condiciones normales de funcionamiento, afectando primero a la seguridad y en segundo lugar al medio ambiente.

*Consecuencias operacionales.* Una falla tiene consecuencias operativas, cuando es evidente la pérdida de la función en condiciones normales de funcionamiento, afectando la producción o las operaciones (rendimiento, calidad del producto, servicio al cliente, o costos operativos, además el costo directo de reparación).

*Consecuencias no operacionales.* La pérdida de la función es evidente en condiciones normales de funcionamiento, sin afectar a la seguridad, producción, de modo que solo implican el costo directo de reparación para devolver la función. (MOUBRAY J, 2004)

Para calcular el índice de prioridad para cada modo de fallo se establecen tres niveles; el de severidad (S), frecuencia (O) y detección (D), calificados entre 1 y 10, acorde a los siguientes subniveles:

**Tabla 44.** Subniveles de prioridad del AMEF

| <b>Subnivel de severidad</b>  | <b>Calificación<br/>10/10</b> |
|---|-------------------------------|
| Muy crítico (MC). Es aquel fallo que puede causar muerte de personas, daño ambiental severo o pérdida de los activos  | 9 a 10                        |
| Crítico (C). Fallo que puede causar lesiones severas a las personas, daños ambientales o al propio sistema que falla. Impide el cumplimiento de las funciones del activo. | 6 a 8                         |
| Marginal (MO). Fallo que puede causar lesiones menores, daños menores ambientales y al propio sistema, perdidas de disponibilidad   | 3 a 5                         |
| Menor (B). Fallo que no causa lesiones, ni daña al ambiente ni al sistema, pero exigirá mantenimiento no programado o reparación  | 1 a 2                         |
| <b>Subnivel de frecuencia</b>   |                               |
| Frecuente. (F) Es la alta probabilidad de ocurrencia durante el intervalo de operación.   | 9 a 10                        |
| Razonablemente probable. (RP) Es una moderada probabilidad de ocurrencia durante el intervalo de operación.   | 6 a 8                         |
| Ocasional. (O) Es ocasional la probabilidad de ocurrencia durante el intervalo de operación.  | 3 a 5                         |
| Remoto. (R) Es muy baja la probabilidad de ocurrencia durante el intervalo de operación.  | 1 a 2                         |
| <b>Subnivel de detección</b>  |                               |
| Alto. (A) cuando el modo de fallo es evidente   | 1 a 4                         |
| Mediano (ME) cuando el modo de fallo es poco evidente a simple vista y necesita equipos e instrumentos para comprobar que está presente el modo de fallo.                 | 5 a 8                         |
| Bajo. (B) cuando el fallo es oculto   | 9 a 10                        |

**Fuente:** Sexto L, 2014

El cálculo del índice de prioridad NPR, provee la prioridad con la que debe de atacarse a cada modo de fallo, identificando ítems críticos, se deben atacar los problemas con NPR alto, así como aquellos que tengan un alto grado de frecuencia no importando si el NPR es alto o bajo. Posterior a ello habrá nuevamente que evaluar las acciones propuestas, pero ya implementadas para comparar el NPR actual con el anterior. El rango a considerarse para dar prioridad a los fallos es:

Prioridad de NPR:

|            |   |
|------------|---|
| 500 – 1000 | Alto riesgo de falla                        |
| 125 – 499  | Riesgo de falla medio                       |
| 1 – 124    | Riesgo de falla bajo                        |
| 0          | No existe riesgo de falla. (EN 60812, 2006) |

Debido al desconocimiento no se realizan planes de mantenimiento preventivos en base al AMEF y tampoco se cuantifica económicamente los valores generados por ésta metodología, ya que haría falta implementar el plan de mantenimiento preventivo y determinar mediante unos indicadores económicos los costos generados y poder comparar con el pasado, si hubo una optimización de costos o no. Se recomienda utilizar el siguiente formato, para el cumplimiento de la metodología del AMEF. (ver anexo E)

Para evaluar las acciones propuestas se debe utilizar el diagrama de evaluación de tareas de Luis Felipe Sexto, 2014, contribuyendo en la toma de decisiones al momento de evaluar, seleccionar y proponer tareas, surgiendo del problema de evaluar si una tarea es la apropiada para cubrir un determinado modo de fallo. (ver anexo F).

A continuación, algunas notas relacionadas con el diagrama de selección de tareas que hará posible una mejor comprensión y facilitará la potenciación de su uso eficaz:

- El diagrama de evaluación de tareas va exponiendo lógicamente, para cada tipo de tarea, los requisitos que deben cumplirse para considerar que la tarea es apropiada según los criterios de factibilidad técnica y sostenibilidad.
- El diagrama de evaluación de tareas considera tareas para atender fallos ocultos como evidentes, según los criterios establecidos en SAE JA 1011: 1999.

- En el caso de fallos ocultos (H), el diagrama de evaluación de tareas considera los requisitos para la selección de tareas predictivas (1-H), preventivas (2-H), búsqueda de fallos (3-H), modificaciones (4-H/1) y trabajo hasta el fallo (4-H/2).
- En el caso de fallos evidentes (E), el diagrama de evaluación de tareas considera los requisitos para la selección de tareas predictivas (1-E), preventivas (2-E), modificaciones (3-E/1) y trabajo hasta el fallo (3-E/2).
- Siempre que se encuentre en el diagrama una H dentro de un círculo y un camino en líneas discontinuas, se estará indicando que únicamente se sigue ese camino en caso de estar trabajando un fallo oculto (H).
- Una TAREA NO APROPIADA, será aquella que no pueda cumplir con los criterios de factibilidad técnica o sostenibilidad establecidos para ella. Por tanto, una tarea apropiada tendrá que cumplir con todos los requisitos de ambos criterios.
- El diagrama de evaluación de tareas constituye una alternativa para la determinación y caracterización de las posibles tareas a identificar para atender los diferentes modos de fallos fundamentales de un sistema, subsistema o activo según los criterios normados. Permite la validación y caracterización de cualquier tarea para combatir un modo de fallo y sus consecuencias. (Sexto F, 2014)

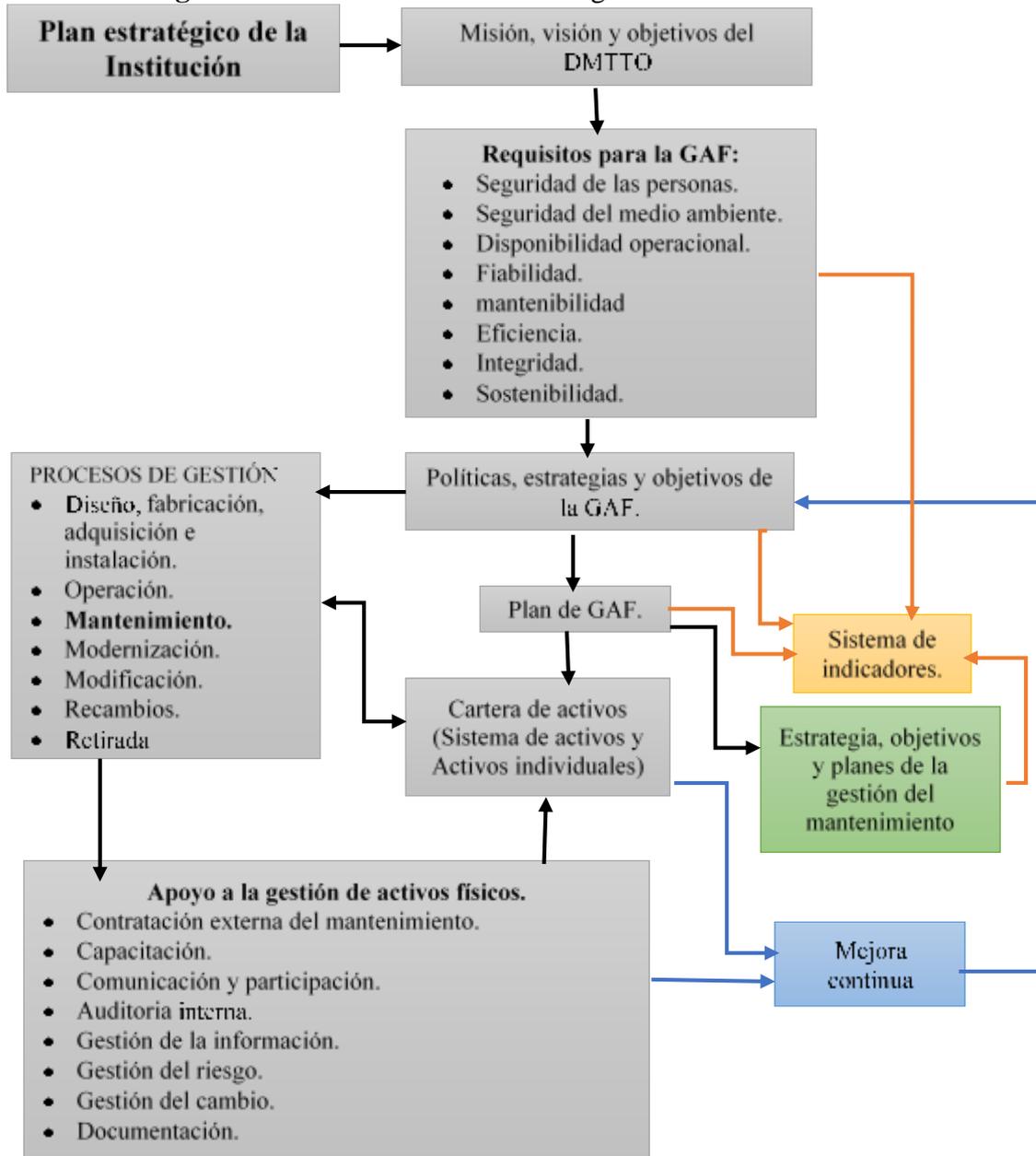
#### **4.3 Estructura del modelo de gestión del mantenimiento mediante la gestión de activos físicos y el plan estratégico de la organización**

Siguiendo al mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos de la norma europea “EN 16646”, se va desarrollar un modelo de gestión en base a las oportunidades de mejora detectadas en la auditoría de la gestión del mantenimiento, tal como se observa en la figura 53.

Donde en primera instancia está el plan estratégico de la Institución conteniendo los objetivos institucionales con su misión y visión a nivel de Unidad Oncológica SOLCA de Chimborazo, en coordinación con SOLCA Núcleo de Quito perteneciente a la región Sierra.

Seguidamente esta la misión, visión y objetivos para el Departamento de Mantenimiento que se especifican en el apartado 4.2.5.1 del presente capítulo, como una propuesta que contribuya a lograr los objetivos Institucionales.

**Figura 52.** Estructura del modelo de gestión del mantenimiento



**Fuente:** UNE EN 16646, 2015.

Los requisitos para la gestión de activos físicos se traducen en base al análisis estratégico por parte del DMTTO, efectuado mediante la influencia de la tecnología, comunidad, mercado y plan estratégico de la Institución. Estos requisitos son expresados mediante KPI's, que implementados con fines internos del DMMTO llevan un control del desempeño de la gestión de activos físicos y gestión del mantenimiento, sabiendo que es un proceso iterativo a lo largo del ciclo de vida de los activos, donde la información debe actualizarse continuamente desde la gestión del mantenimiento a la gestión de activos físicos y al análisis estratégico.

Los objetivos y políticas para la gestión de activos físicos están propuestas en el apartado 4.2.5.1 referente a generalidades del mantenimiento. Mientras que las estrategias para la gestión de activos físicos están mencionadas en el apartado 4.2.5.2 y desarrolladas los puntos 4.2.3.1 el AC, 4.2.7.5 el AMEF y la codificación en el 4.2.6.1, del presente capítulo.

El plan para la GAF y GM, es un plan a futuro que contiene actividades que no se pueden modificarse ahora.

Los objetivos para la GM, están propuestos en el apartado 4.2.5.1 y las estrategias especificadas en el apartado 4.2.5.2 del presente capítulo.

El sistema de indicadores como estrategia propuesta está conformada por KPI's económicos técnicos y organizacionales, siendo los siguientes:

- Sustitución de activos
- Costos por mantenimiento preventivo
- Costos por mantenimiento correctivo
- Cumplimiento del check-list
- Disponibilidad operacional.
- Tiempo medio entre fallos.
- Tiempo medio para la recuperación
- Cumplimiento del mantenimiento preventivo

Los procesos de gestión de los activos físicos se especifican en el presente capítulo:

- Proceso de retirada. (4.2.3.1)
- Proceso de recambio. (4.2.3.3)
- Proceso de adquisición, recepción, aceptación e instalación. (4.2.5.4)
- Procesos de operación. (4.2.5.5)
- Proceso de modificación. (4.2.5.6)

Los procesos de apoyo a la gestión de activos físicos son los que proporcionan los recursos humanos como la contratación externa del mantenimiento (4.2.1.1), también los

recursos de información y documentación del mantenimiento (4.2.6.1), relativas a la comunicación entre todas las áreas y la formación de grupos de mejora (4.2.7).

La mejora continua involucra al benchmarking, sistemas de indicadores, AMEF y el trabajo en equipo, relacionándose con toda la estructura del modelo de gestión, ya que es un proceso iterativo y siempre va existir algo en qué mejorar.

Mediante esta estructura de gestión diseñada se observa que la mayoría de las debilidades encontradas en la auditoría de mantenimiento están involucradas, de las cuales mediante recomendaciones y propuestas se pretende contribuir a mejorar la estructura del departamento de mantenimiento en gestión del mantenimiento y gestión de activos físicos.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **5.1 Conclusiones**

El modelo de gestión del mantenimiento elaborado cumple con los lineamientos de la norma europea, “EN 16646”, siendo un proceso sistemático e iterativo de mejora continua, listo para ser implementado.

La evaluación de los criterios de auditoría evidenció que SOLCA, cuenta con un modelo de gestión del mantenimiento insuficiente, encontrándose cuarenta y ocho oportunidades de mejora, donde las estrategias de gestión, como KPI's, LCC, AC, AMEF, NPR, y el diagrama de evaluación de tareas para los activos físicos son poco conocidas por el personal.

El plan de acción elaborado mediante su aplicación, ayudará a mejorar de manera global el desempeño del departamento de mantenimiento una vez superadas las no conformidades.

El modelo de gestión propuesto se caracteriza por establecer los procesos de la gestión de activos físicos y de apoyo durante todas las etapas del ciclo de vida, formándose un sistema de gestión con comunicación horizontal a nivel de procesos, involucrando todas las áreas de la Institución.

Los planes de gestión del mantenimiento a futuro con actividades efectivas que eliminen las consecuencias de los modos de falla, serán garantizados mediante el buen uso de estrategias a nivel de gestión de activos físicos basadas en confiabilidad.

#### **5.2 Recomendaciones**

Implementar la propuesta tecnológica y realizar la evaluación de la gestión del mantenimiento una vez al año; para saber, el nivel de efectividad de la propuesta y a la vez tener una base sólida para el desarrollo sostenible.

Manejar un sistema de indicadores con información confiable, actualizada y bien difundido por las áreas de la Institución, ayudará a la toma de decisiones más acertadas y al cumplimiento de las políticas de la Institución y los objetivos del departamento de Mantenimiento.

Implementar las estrategias de gestión de activos físicos para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo óptimo, especialmente para activos críticos, mediante la determinación de tareas sostenibles y factibles técnicamente.

Gestionar con las autoridades superiores de la Institución, para solicitar presupuesto para el departamento de mantenimiento, que ayude a la logística y cumplimiento de actividades de mantenimiento correctivo y preventivo, lo que significa reducción de costos al disminuir los tiempos de reparación.

## BIBLIOGRAFÍA

- **AMENDOLA L.** “*Gestión integral de activos físicos*”. *PMM Institute for Learning* [en línea], 2011 (España), pp. 1-15. [Consulta: 20 junio 2016]. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Amendola2011.pdf>
- **AMENDOLA L.** *Evolución del Mantenimiento a la Gestión de Activos Físicos alineada a normas y Estándares*[en línea]. 2007, (España), pp. 6-30. [Consulta: 26 junio 2016]. disponible en: <http://mantenimiento.conferenciasispe.es/key4register/images/client/321/files/Potencia%20Luis%20Amendola%20ISPE%20-%20SIN%20CASOS.pdf>
- **PARRA MÁRQUEZ Carlos & CRESPO MÁRQUEZ Adolfo.** *Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos*. University of Seville School of Engineering, University of Seville, Spain: Ingeman, 2012, pp.2-5
- **GARCÍA S.** *Auditorías de Mantenimiento*. [en línea]. Lugar: Renovetec. [Consulta: 14 de mayo 2016]. Disponible en: <http://www.renovetec.com/auditoríasdemantenimiento.pdf>
- **INEN-EN 13269.** *Guía para la preparación de contratos de mantenimiento. Numeral 4-5.*
- **INEN-EN 60300 3-3.** *Gestión de la confiabilidad. Parte 3-3: Guía de aplicación cálculo del costo del ciclo de vida.*
- **ISO 14224.** *Industrias de petróleo y gas natural -Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.*
- **ISO 19011.** *Directrices para las auditorías de sistemas de gestión.*
- **ISO 55001.** *Requisitos para la gestión de activos. Numeral 7.5*
- **MOUBRAY J.** *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. Argentina-Madrid: Industrial Press Inc, 2004, pp. 89-90
- **ROBERT J.** *Benchmarking para competir con ventaja*. España: McGraw-Hill, 1995, pp.20-25
- **SAE-JA1012.** *Prácticas recomendadas para vehículos aeroespaciales y de superficie. Una Guía para la Norma de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC). Numeral 3.*

- **SANCHEZ MARÍN M, et al;** *Mantenimiento mecánico maquinas*. 2ª ed.: Universidad Jaume I, 2007 [Consulta: 20 septiembre 2016]. Disponible en: [https://books.google.es/books?id=4oZdks\\_uORsC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=4oZdks_uORsC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false)
- **SEXTO F.** *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad*. Lissone-Italia: Radical Management, 2014 pp. 6-42
- **UNE-EN 13306.** *Termonología del mantenimiento. Numeral 2-5*
- **UNE-EN 15341.** *Indicadores claves de rendimiento del mntenimiento. Numeral 6.*
- **UNE-EN 16646.** *Mantenimiento en la Gestión de Activos Físicos.*
- **UNE-EN 60812.** *Análisis de modos y efectos de fallo. Numeral 4-5.*